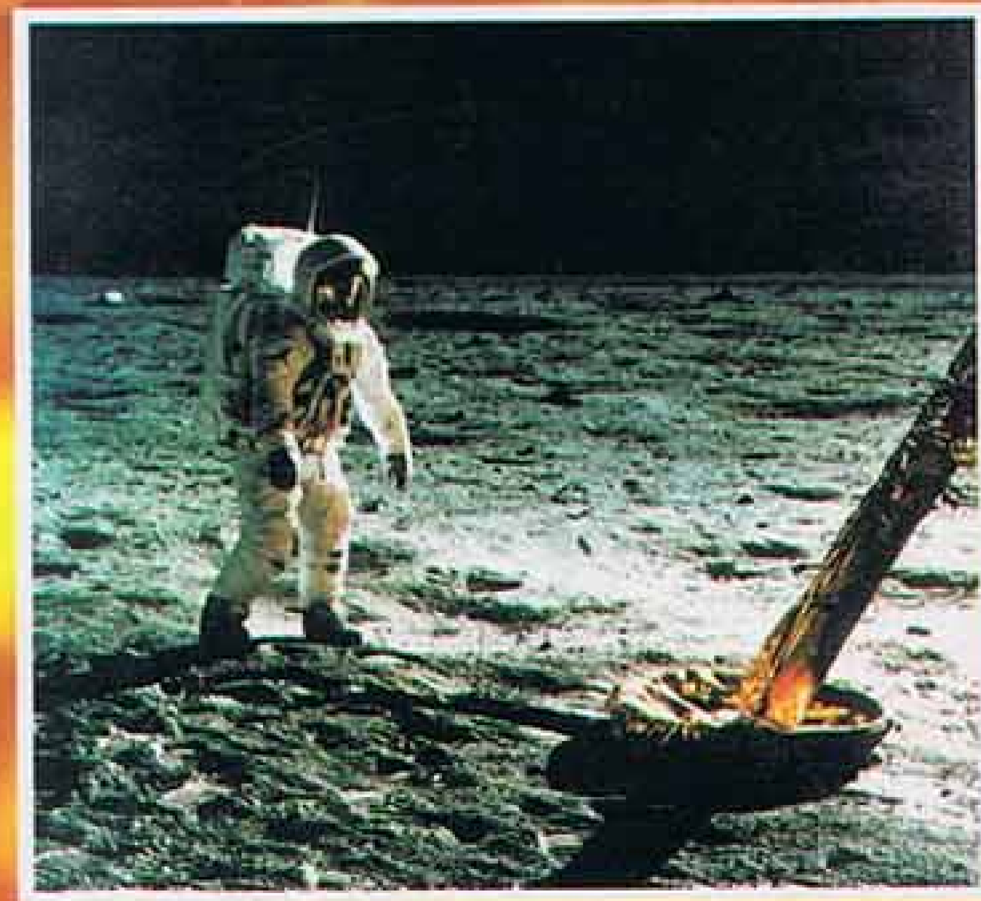


موسوعة الفضاء

نظامنا الشمسي





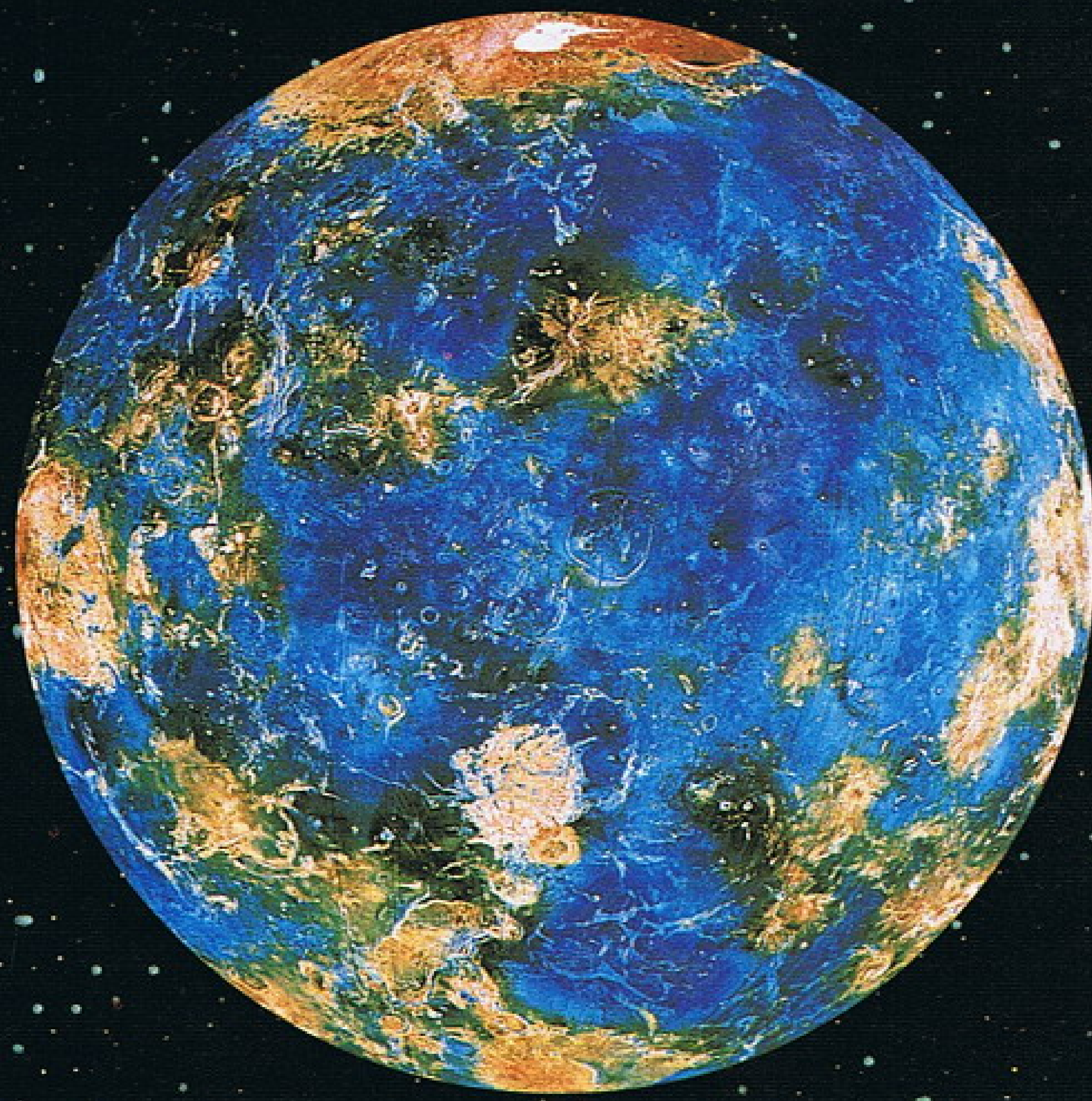
إستكشف مدهشات الكون وأسرار الفضاء

مكتبة لبنان ناشرون

موسوعة الفضاء

نِظامُنا الشَّمْسِيّ

أعدَّ النَّصَّ العربيَّ
الدّكتور ألبير مُطلَق



مكتبة لبنان ناشرون

المُحتويات

نشر مَكتَبة لبنَان نَاشِرُون ش.م.ل
بالتعاوُن مع شركة علاء الدين بوكس ليمتد

٢٨ شارع پرسي ، لندن - الطبعة الإنكليزيّة

مَكتَبة لبنَان نَاشِرُون

www.ldlp.com

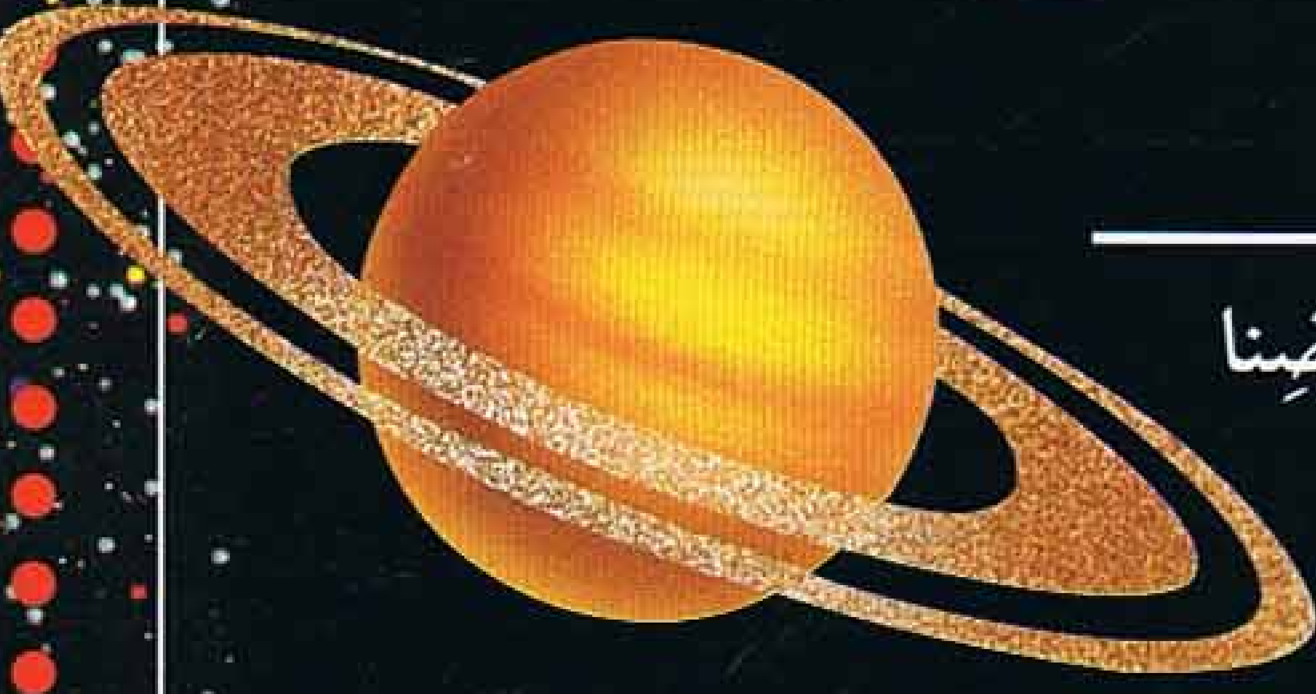
صُندوق البريد ١١-٩٢٣٢
بَيروت - لبنان
وُكلاء ومُوزّعون في جَميع أنحاء العالَم

الطّبعَة الأولى ٢٠٠١
طُبع في لبنان

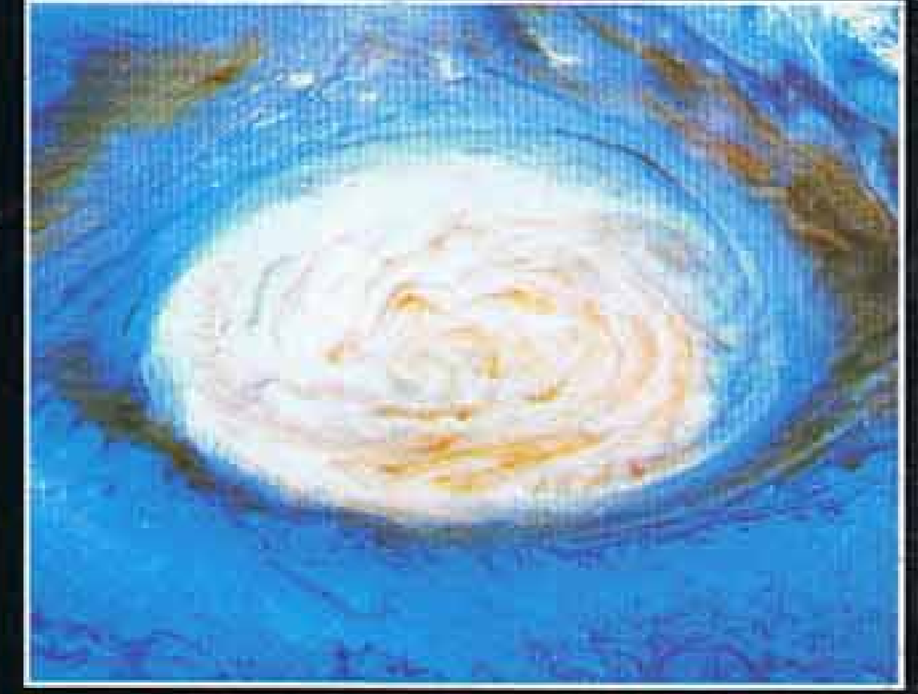
رَقم الكِتاب : ISBN 9953-1-0291-0



مقدّمة



هل تَساءَلتَ يومًا عمّا يكونُ في الفَضاءِ، وراءَ أَرْضِنا التي نعيشُ عليها ونَطمئِنُّ إليها؟ كتابُ نِظامِنا الشَّمْسيّ يَأخُذُكَ في رِحْلةٍ عبر كَواكِبنا، بَدْءًا بمَولِدِ تلك الكَواكِبِ وانْتِهاءً بالمَجاهِلِ الصَّقيعيّةِ التي تَمتَدُّ وراءَها - من دون أن تَترُكَ كُرسيَّكَ الدّافئَ المُريحَ. ستُساعِدُكَ تَجارِبُ عَمَليّةٌ في اكْتِشافِ العديدِ منَ الحقائقِ حول النِّظامِ الشَّمْسيِّ، من دون أن تَحتاجَ إلى أن تَترُكَ الكوكَبَ. تَشتمِلُ تلك التَّجارِبُ، مثلًا، على تَجربةِ المِفْتاحِ الصَّدِئِ التي تُعرِّفُكَ إلى سَطْحِ المِرّيخِ، وتَجربةِ البالونِ الطّافي التي تُريكَ السَّبَبَ الذي يَجعَلُ الكَواكِبَ العِمْلاقةَ فائقةَ «الخِفّةِ»، والمَغانِطِ البَسيطةِ التي تَزيدُكَ عِلْمًا بأَضواءِ السَّماءِ.







تَجارِبُ مُمتازة

حيث تَرى هذا الرَّمْزَ (أدناه) تَجِدُ تَجربةً يُمكِنُكَ القيامُ بها. ما عليكَ إلّا أن تَتَّبِعَ التَّعليماتِ الواضِحةَ، وستَفتَحُ النَّتائجُ عَيْنَيكَ على مُدهِشاتِ الفَضاءِ.

ستَعرِفُ، مثلًا، السَّبَبَ الذي يَجعَلُ آثارَ الأَقدامِ التي تَنطبِعُ على سَطْحِ القَمَرِ تَستمِرُّ ملايينَ السِّنينَ وتَتعرَّفُ إلى الحيِّزِ الذي يَشغَلُهُ نِظامُنا الشَّمْسيُّ.



نِظامنا الشَّمْسيّ

الكَواكِب

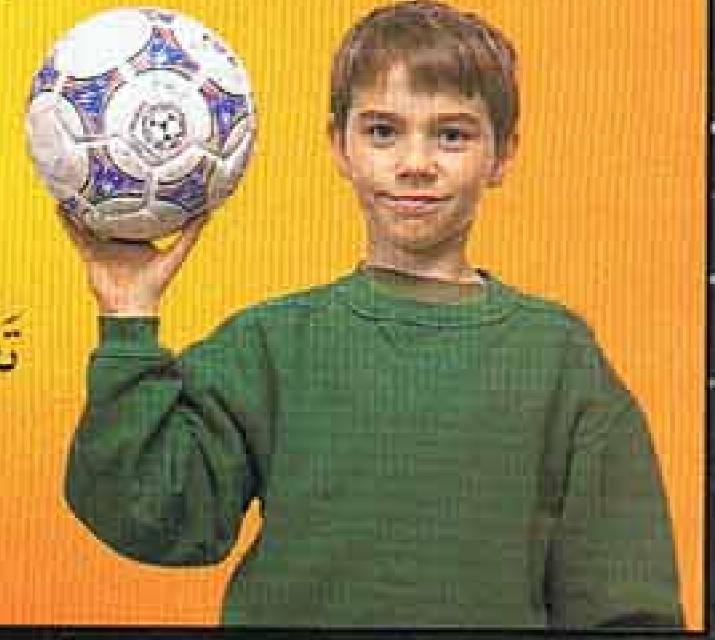
١ عُطارِد
٢ الزُّهْرة
٣ الأَرْض
٤ المِرّيخ
٥ المُشْتَري
٦ زُحَل
٧ أورانوس
٨ نِبْتون
٩ پلوتو

أُنظُرْ إلى سماءِ اللَّيلِ ويَغلِبُ الظَّنُّ أنّكَ سترَى كَوْكَبًا أو أكثرَ من كَوْكَبٍ. بإمْكانِكَ أن تَرى بالعَيْنِ المُجرَّدةِ خمسةَ كَواكِبَ. عندنا ثَلاثةُ كَواكِبَ أُخرى لا تُرى لصِغَرِ حَجْمِها أو لبُعْدِها الشّاسِعِ عنّا. فإذا أَضَفْنا إلى ذلك كَوْكَبَ الأَرْضِ يكونُ في نِظامِنا الشَّمْسيِّ تِسعةُ كَواكِبَ، تَدورُ كلُّها حول الشَّمْسِ، التي هي نَجْمُ نِظامِنا الشَّمْسيِّ.



اِبْنِ نِظامكَ الشَّمْسيّ

بإمْكانِكَ أن تَبنيَ نَموذجًا للنِّظامِ الشَّمْسيِّ بمِقياسٍ صحيحٍ فتأخُذَ فكرةً عن حَجْمِ هذا النِّظامِ. استخْدِمْ كُرةَ قَدَمٍ لتُمثِّلَ الشَّمْسَ، وضَعْ جِسْمًا كُرويًّا بقُطْرِ ٢مم على بُعْدِ ٢٤م ليُمثِّلَ الأَرْضَ. يكونُ المُشْتَري بحَجْمِ كِلّةٍ (بلية) تَقريبًا ويكونُ مَوْضِعُهُ على بُعْدِ ١٢٣م من كُرةِ القدَمِ.



حقائقُ وأَرقام

(أ) البُعْد عن الشَّمْس

(ب) القُطْر عند خَطِّ الاِسْتِواء

عُطارد (أ) ٥٨ مليون كلم

(ب) ٤٨٨٠ كم

الزُّهْرة (أ) ١٠٨ مليون كم

(ب) ١٢١٠٥ كم

الأَرْض (أ) ١٥٠ مليون كم

(ب) ١٢٨٢٠ كم

المِرّيخ (أ) ٢٢٨ مليون كم

(ب) ٦٧٩٠ كم

المُشْتَري (أ) ٧٧٩ مليون كم

(ب) ١٤٣٠٤٢ كم

زُحَل (أ) ١٤٢٨ مليون كم

(ب) ١٢٠٥٨٥ كم

أورانوس (أ) ٢٨٧٠ مليون كم

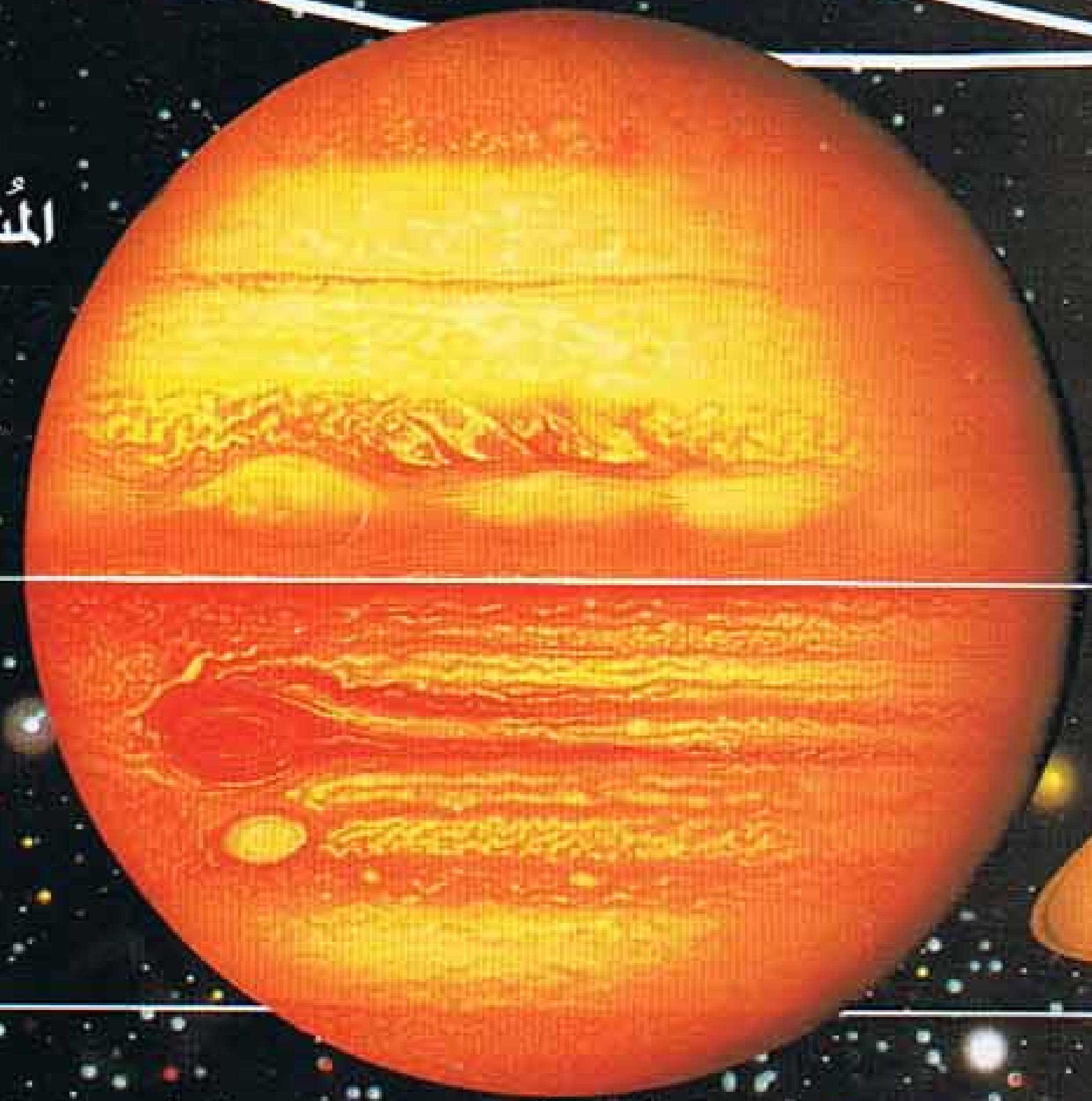
(ب) ٥١١٤٠ كم

نِپْتون (أ) ٤٥٠٠ مليون كم

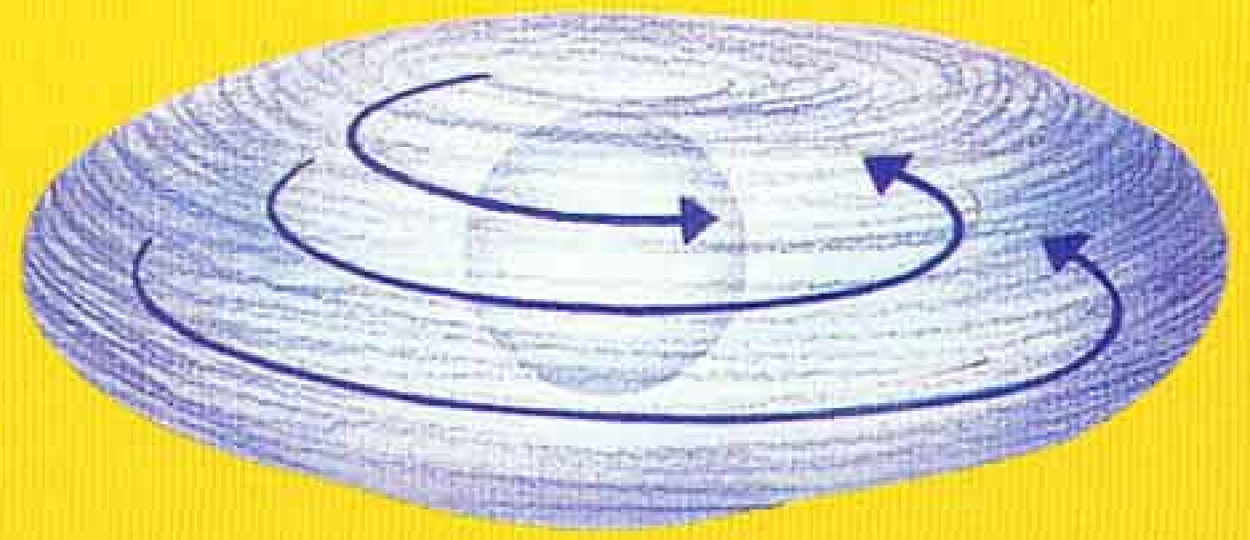
(ب) ٤٩٥٥٠ كم

پلوتو (أ) ٥٩٢٠ مليون كم

(ب) ٢٢٨٥ كم







١ سَحابة مُدوِّمة

إذ أَخذَتِ السَّحابةُ بالتَّقلُّصِ، بَدأَتْ بالدَّورانِ، واتَّخذَتْ نَتيجةَ ذلك شَكْلَ قُرصٍ (إلى اليمين). وإذ أَخذَتْ جُسَيْماتُ الغازِ والغُبارِ تنهصِرُ معًا بفِعْلِ جاذِبيّةِ السَّحابةِ راحَتْ حرارةُ المِنْطَقةِ المُتوسِّطةِ منها تتزايَدُ وغَدَتْ أشدَّ أجزائِها حرارةً.

البِدايات والأُصول

نِظامُنا الشَّمْسيُّ مُغرِقٌ في القِدَمِ أي قديمٌ جدًّا جدًّا. بَدَأَ قبل نحوِ ٥ بلايينِ سنةٍ على شَكْلِ سَحابةٍ منَ الغازِ والغُبارِ. وقد أَخَذَتْ تلك السَّحابةُ تَتداعى على نَفْسِها بفِعْلِ الجاذِبيّةِ. وإذ أَخَذَ حَجْمُها يَتضاءَلُ بَدأَتْ بالدَّورانِ وراحَتْ حرارةُ وَسَطِها، حيث تَجمَّعَ الجانبُ الأكبرُ من المادّةِ، تَرتفِعُ. أخيرًا، تَشكَّلَ من هذه السَّحابةِ المُدوِّمةِ الشَّمْسُ وسائرُ الكَواكِبِ.

٢

٢ ساخِن وبارِد

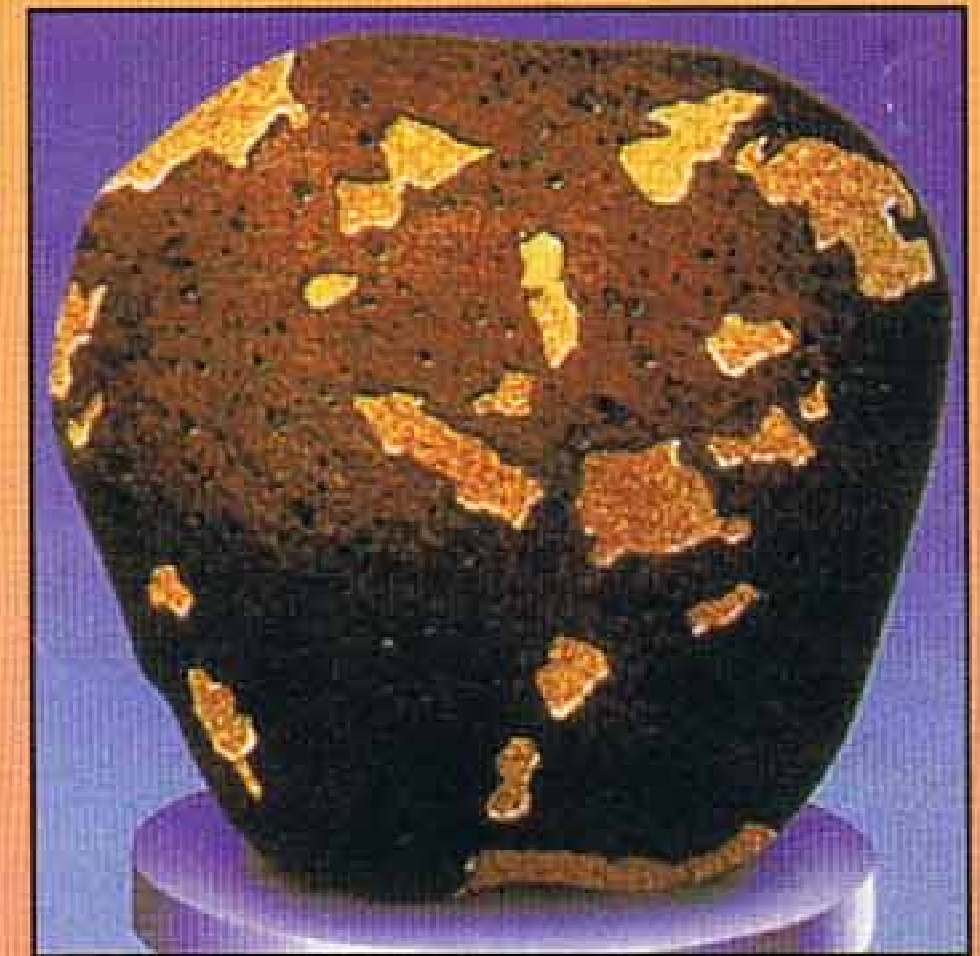
اِستمَرَّ تَزايُدُ الحرارةِ والضَّغْطِ عَميقًا في مَرْكَزِ السَّحابةِ إلى أن وَقَعَ اندِماجٌ نَوويٌّ وأَخذَتْ شَمْسُنا بالإشْعاعِ (أعلاه).

٣ كَواكِبُ تَنتشِر

أَخذَتِ المادّةُ في القُرْصِ المُحيطِ بالشَّمْسِ بالتَّكتُّلِ في تَجمُّعاتٍ مُشكِّلةً كُتَلًا أكبرَ وأكبرَ. هذه الكُتَلُ هي التي منها، في نهايةِ الأمرِ، تكوَّنَتِ الكَواكِبُ (إلى اليسار).

تاريخ قَديم

الرُّجُمُ أو الحِجارةُ النَّيزَكيّةُ (إلى اليمين) هي كُتَلٌ صُلْبةٌ سَقطَتْ منَ الفَضاءِ على سَطْحِ الأَرْضِ. في سَطْحِ الأَرْضِ شَواهِدُ كثيرةٌ على النَّحْوِ الذي تَشكَّلَ به النِّظامُ الشَّمْسيُّ. الجانِبُ الأكبرُ منَ الرّجمِ يَتكوَّنُ منَ المَعادِنِ أو من مَزيجٍ منَ الصُّخورِ والمَعادِنِ. ويعودُ الكثيرُ من هذه الحِجارةِ النَّيزَكيّةِ إلى بِداياتِ تَشكُّلِ النِّظامِ الشَّمْسيِّ.



نُجوم أُخرى، أَنظِمة شَمْسيّة أُخرى



يَرى الفَلَكيّونَ سُحُبًا منَ الغازِ والغُبارِ تَتشكَّلُ إلى نُجومٍ جديدةٍ. وقد رَأَوا أيضًا نُجومًا جديدةً تُطوِّقُها حَلَقاتٌ منَ المادّةِ (إلى اليمين)، أشبَهُ بالحَلَقاتِ التي كانت تُطوِّقُ شَمْسَنا والتي تَشكَّلَتْ منها الكَواكِبُ. بل تَمكّنوا من أن يَرصُدوا كَواكِبَ تدورُ في مَدارٍ حول نُجومٍ أُخرى. لهذا، يَعتقِدُ الفَلَكيّونَ أنّ تَشكُّلَ أَنظِمةٍ شَمْسيّةٍ ليس أَمرًا فريدًا وأنّ للعديدِ منَ النُّجومِ كَواكِبَ تَدورُ في فَلَكِها. الكَواكِبُ التي رَصَدَها الفَلَكيّونَ حتّى الآن حول النُّجومِ كبيرةٌ كلُّها، ويُحاوِلونَ الآن الوصولَ إلى وَسائِلَ تُمكِّنُهُم من رَصْدِ كَواكِبَ أصغرَ في حَجْمِ أَرْضِنا.

٤ تَطوُّر النِّظام الشَّمْسيّ



جَمَعَتِ الكَواكِبُ الرَّئيسيّةُ الجُزْءَ الأكبرَ منَ المادّةِ المُتوفِّرةِ حول الشَّمْسِ. جَرَفَتِ الكَواكِبُ الخارِجيّةُ الجَليدَ الوَفيرَ ثمّ اجْتذَبَتْ كَمّيّاتٍ هائلةً من غازِ الهِدْروجينِ فتَشكَّلَ منها الكَواكِبُ الغازيّةُ العِمْلاقةُ الأربعةُ. واجْتذَبَتِ الكَواكِبُ الصَّخْريّةُ الدّاخِليّةُ الصُّخورَ الكَثيفةَ والمَعادِنَ فتَشكَّلَ من ذلك كَواكِبُ عُطارِد والزُّهْرة والأَرْض والمِرّيخ (أدناه).

٣



٤

عُطارِد

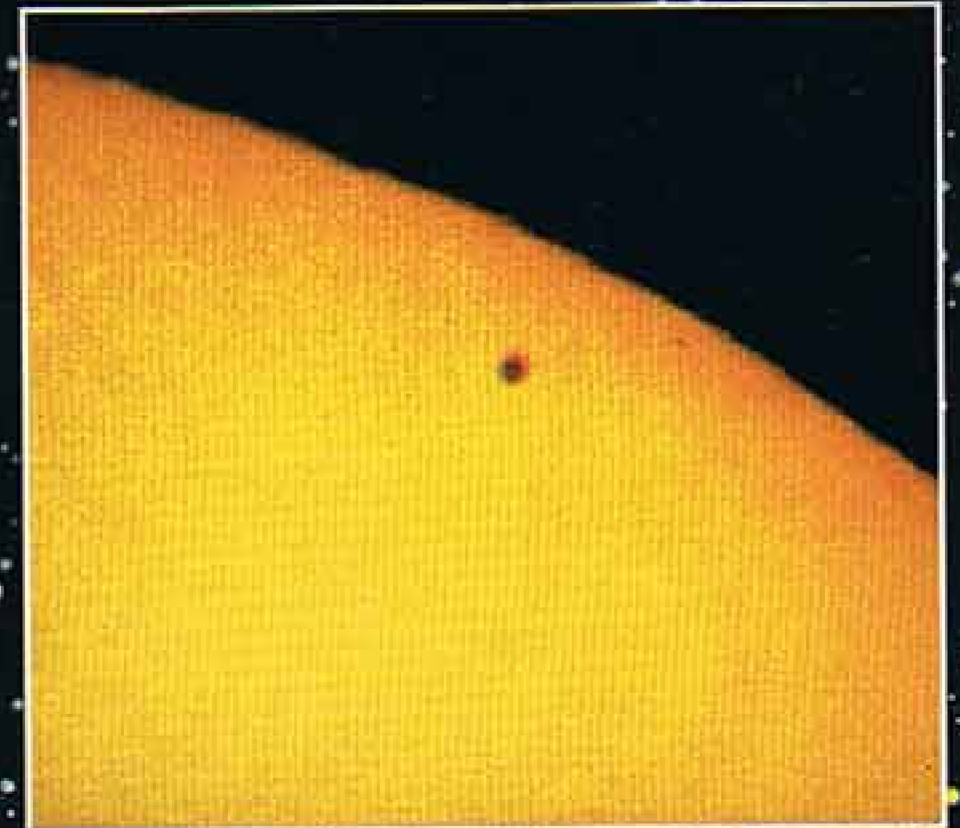
تُري الصّور التي التَقَطَتْها عَرَبَةُ الفَضاء مارينَر ١٠ لكَوْكَبِ عُطارِد أنّ سَطْحه شَبيه بسَطْحِ القَمَر (أدناه).

يَصعُبُ رَصْدُ كَوْكَبِ عُطارِدَ منَ الأَرْضِ. فمَدارُهُ قريبٌ جدًّا منَ الشَّمْسِ بحيث يَظَلُّ مَوقِعُه قريبًا منها في السَّماءِ. وأفضلُ الأَوقاتِ للَمْحِهِ تكونُ عند الفَجْرِ أو الغُروبِ. لكنْ إيّاكَ أن تَنظُرَ إلى عُطارِد حين تكونُ الشَّمْسُ في السَّماءِ. فقد يُؤدّي ذلك إلى إصابةِ النّاظِرِ بالعَمى! ولقُرْبِ عُطارِد منَ الشَّمْسِ قد تَرتفِعُ حرارةُ سَطْحِهِ إلى نحوِ ٤٢٧°س (سِلْسِيوس). على أنّ حرارةَ الجانبِ المُظلِمِ منه قد تَنخَفِضُ إلى نحوِ -١٨٣°س. ذلك أنّه ليس لعُطارِدَ جَوٌّ يَحفَظُ حرارتَهُ.

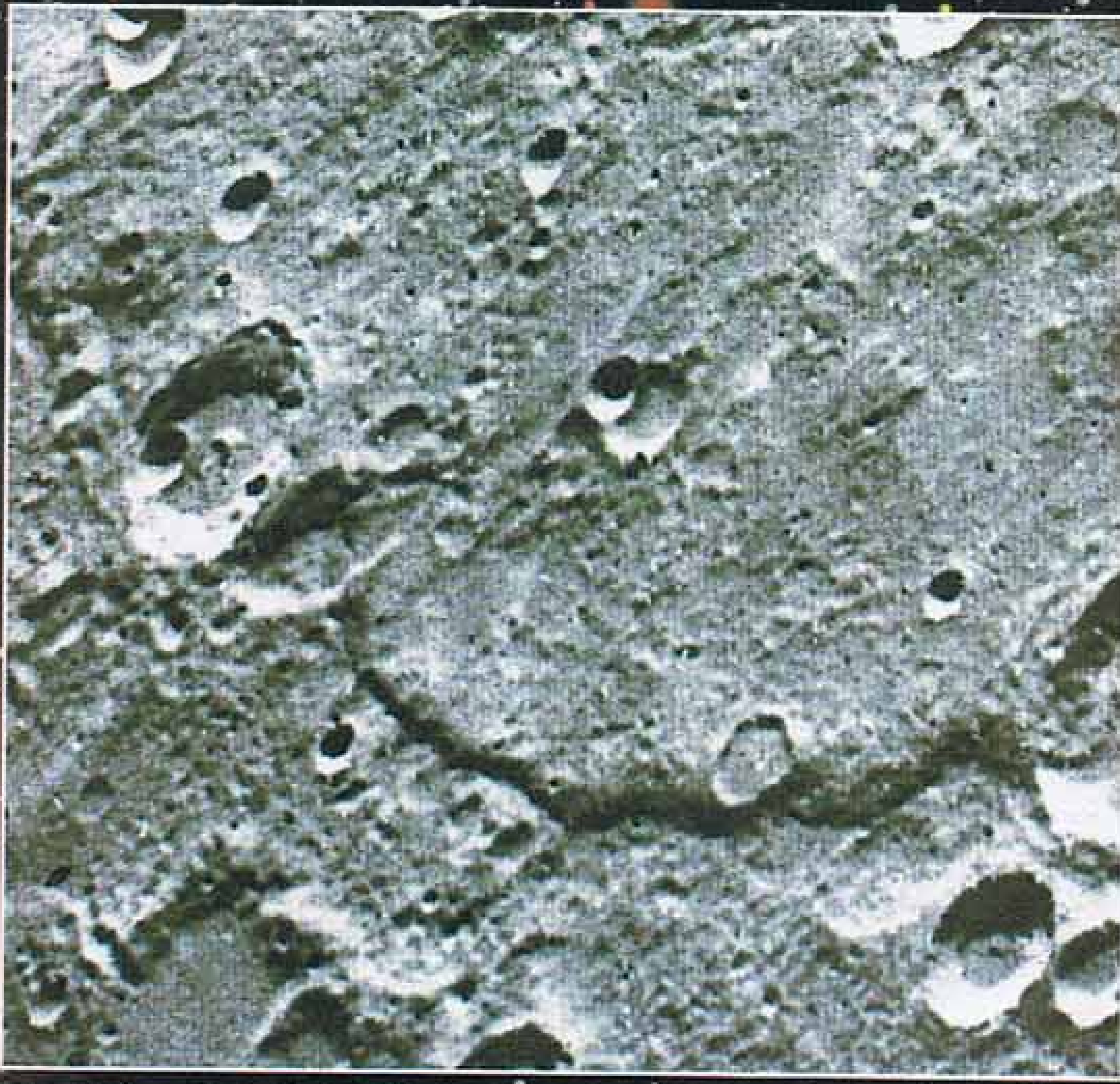


الأَرْض أكبر من عُطارِد بنحو مَرّتَينِ ونِصْفِ المرّة (إلى اليمين)، فقُطْر عُطارِد هو ٤٨٨٠كم فقط. في الواقع أنّ عُطارِد أكبر قليلًا فقط من قَمَرنا.

في وَجْهِ الشَّمْس



يَمُرُّ عُطارِدُ، بالنِّسبةِ للرّاصِدِ منَ الأَرْضِ، أمامَ وَجْهِ الشَّمْسِ. عندما يَحدُثُ ذلك، يَبدو الكَوْكَبُ الصَّغيرُ قَزَمًا أمامَ الشَّمْسِ (إلى اليمين) - فقُطْرُ الشَّمْسِ أكبرُ من قُطْرِ عُطارِدَ بنحوِ ٣٠٠ مرّةٍ. يَبعُدُ كَوكَبُ عُطارِدَ عن الشَّمْسِ في أقربِ نُقْطةٍ من مَدارِهِ حولها مسافةَ ٤٦ مليون كم، وفي أبعدِ نُقْطةٍ من ذلك المَدار مسافةَ ٧٠ مليون كم.



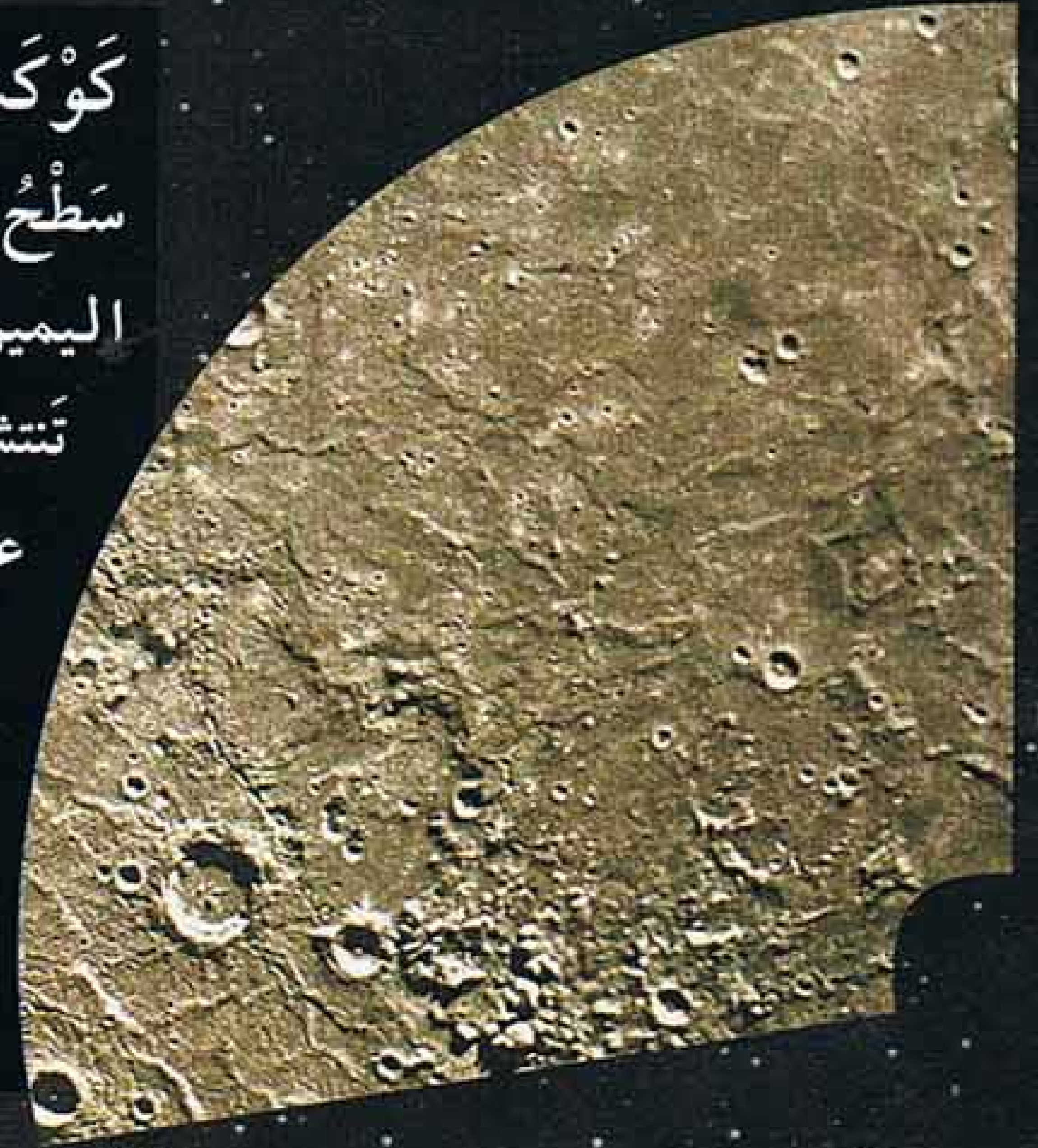
جُروف هائلة

يَعترِضُ سَطْحَ عُطارِدَ جُروفٌ صَخريّةٌ شديدةُ الانْحِدارِ. يَعتقِدُ الفَلَكيّونَ أنّ هذه المَعالِمَ البارِزةَ قد تكوَّنَتْ في بِداياتِ تَشكُّلِ الكوكَبِ مع تَقلُّصِ حَجْمِ الكَوْكَبِ وارْتِفاعِ حَرارتِهِ وانْخِفاضِها.

أحدُ الجُروفِ البارِزةِ (إلى اليسار) يَزيدُ طولُهُ على ٥٠٠ كم، ويَرتفِعُ في بعضِ المَناطِقِ إلى عُلُوِّ ٣ كم، وحوله تَنتشِرُ الفُوَّهاتُ أو الحُفَرُ الواسعةُ.

كَوْكَبُ الفُوَّهات

سَطْحُ عُطارِدَ الخالي منَ الحياةِ تُغطّيه كلُّهُ تقريبًا الفُوَّهاتُ (إلى اليمين). بعضُ المَناطِقِ تُغطّيها الفُوَّهاتُ الواسعةُ وبعضُها الآخرُ سُهولٌ تَنتشِرُ فيها حُفَرٌ أصغرُ حَجْمًا. يَرى العُلماءُ أنَّ الفُوَّهاتِ الكبيرةَ ناجِمةٌ عن اصْطِدامِ كُتَلٍ صخْريّةٍ هائلةِ الحَجْمِ بسَطْحِ الكَوْكَبِ ويَعودُ تاريخُها إلى ما بعدَ تَشكُّلِ الكَوْكَب بمِئاتِ ملايينِ السِّنينَ. من هذه الفُوَّهاتِ الكبيرةِ حَوْضُ كالورِس والذي يَبلُغُ اتّساعُهُ مسافةَ ١٣٠٠كم. أمّا الفُوَّهاتُ الأصغرُ حَجْمًا فَناجِمةٌ عن اصْطِداماتٍ أحدثَ عَهْدًا.







صانِعُ الفُوَّهات

بإمْكانِكَ أن تَصنَعَ شيئًا يُمثِّلُ فُوَّهاتِ كَوْكَبِ عُطارِدَ بأنْ تُسقِطَ كِلَلًا (بِلْيًا) على طاسٍ منَ الغِراءِ الأبيضِ. اِملأْ طاسًا بغِراءٍ حديثِ المَزْجِ وأَسقِطْ فيه كِلَلًا. إذا كان الغِراءُ بالقِوامِ المُناسِبِ، تَتشكَّلُ فُوَّهاتٌ كتلكَ التي على كَوْكَبِ عُطارِدَ. عندما يَشتدُّ الغِراءُ، يكونُ لديك سَطْحٌ بفُوَّهاتٍ.

الزُّهْرة

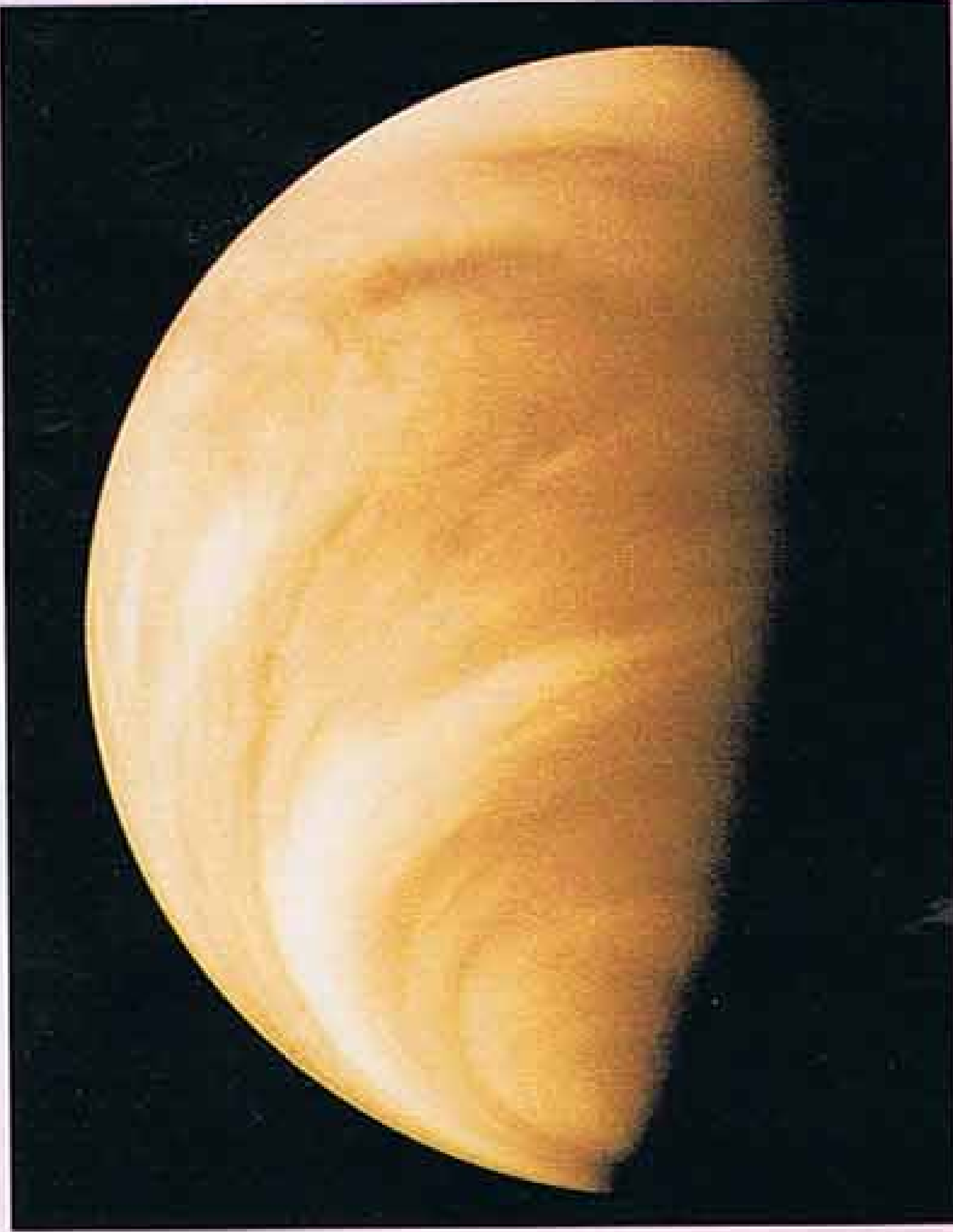
يُمكِنُ تَشبيهُ كَوْكَبِ الزُّهْرةِ بالأَرْضِ من حيث حَجْمُهُ وكُتْلتُهُ وهو ليس أقربَ منها كثيرًا إلى الشَّمْسِ. لا نَرى من كَوْكَبِ الزُّهرةِ إلّا عالَمًا ساطِعًا خاليًا منَ المَعالِمِ، إذ لا يَبدو لنا منه إلّا السُّحُبُ التي تُحيطُ به وتَحجُبُ سَطحَهُ تمامًا. حتّى عَرَباتُ الفَضاءِ التي أُرسِلَتْ إلى الزُّهْرةِ غيرُ قادِرةٍ على رَصْدِ سَطْحِهِ. على الرُّغمِ من ذلك، نَعرِفُ أنّ الزُّهْرةَ كَوْكَبٌ قاحِلٌ، يَتشكَّلُ جَوُّهُ من ثاني أُكسيدِ الكَربونِ وتَصِلُ دَرجةُ حرارتِهِ إلى ٤٦٥°س - وهي حرارةٌ تُذيبُ الرَّصاصَ!



جِرْم ساطِع

ثالثُ أشدِّ الأجرامِ سُطوعًا في السَّماءِ، بعد الشَّمْسِ والقَمَرِ، هو كَوْكَبُ الزُّهْرةِ (الظّاهِرُ إلى اليمين فوق القَمَر).

بإمْكانِكَ أن تَرى الزُّهرةَ إمّا قُبَيلَ الفَجْرِ أو بُعَيدَ الغُروبِ. لذلك، يُشارُ إلى الزُّهْرةِ أحيانًا باسمِ نَجْمةِ الصُّبْحِ أو نَجْمةِ المساءِ.



سُحُب مُدوِّمة

تُري الصُّوَرُ التي التُقِطَتْ لسُحُبِ الزُّهْرةِ (إلى اليمين) أنّها تُدوِّمُ بسُرعةِ نحو ٣٥٠ كم/سا، فتَدورُ حول الكَوْكَبِ مرّةً كلَّ أربعةِ أيّامٍ. وكان يُظَنُّ أنّ الكَوْكَبَ يُدوِّمُ بالسُّرعةِ نَفْسِها. لكنّ القياساتِ التي أُجرِيَتْ على الكَوْكَبِ بالاسْتِعانة بالرّادارِ بَيَّنَتْ أنّ الكَوْكَبَ يُدوِّمُ بسُرعةٍ أقلَّ من ذلك بكثيرٍ. تحت السُّحُبِ، يَستغرِقُ دَورانُ الكَوْكَبِ على مِحْوَرِهِ ٢٤٣ يومًا. وهو يَدورُ في اتّجاهٍ مُعاكِسٍ لاتّجاهِ دَورانِ سائرِ الكَواكِبِ الأُخرى في النِّظامِ الشَّمْسيِّ.

مَوجات راداريّة

لا يَصِلُنا ضَوْءٌ مَرْئِيٌّ من سَطْحِ الزُّهْرةِ لكَثافةِ طَبَقةِ السُّحُبِ حولَهُ. لكنّ مَوجاتِ الرّادارِ قادرةٌ على اختراقِ تلك الطَّبقةِ إلى السَّطحِ والارْتِدادِ عنه. وقد كَشَفَتْ لنا التَّخطيطاتُ الرّاداريّةُ أنّ الزُّهْرةَ عالَمٌ منَ السُّهولِ الواطئةِ، تعترِضُها أحيانًا فُوَّهاتٌ كبيرةٌ ناتِجةٌ عن تَصادُمِ أجسامٍ بسَطْحِ الكَوْكَبِ (أدناه).

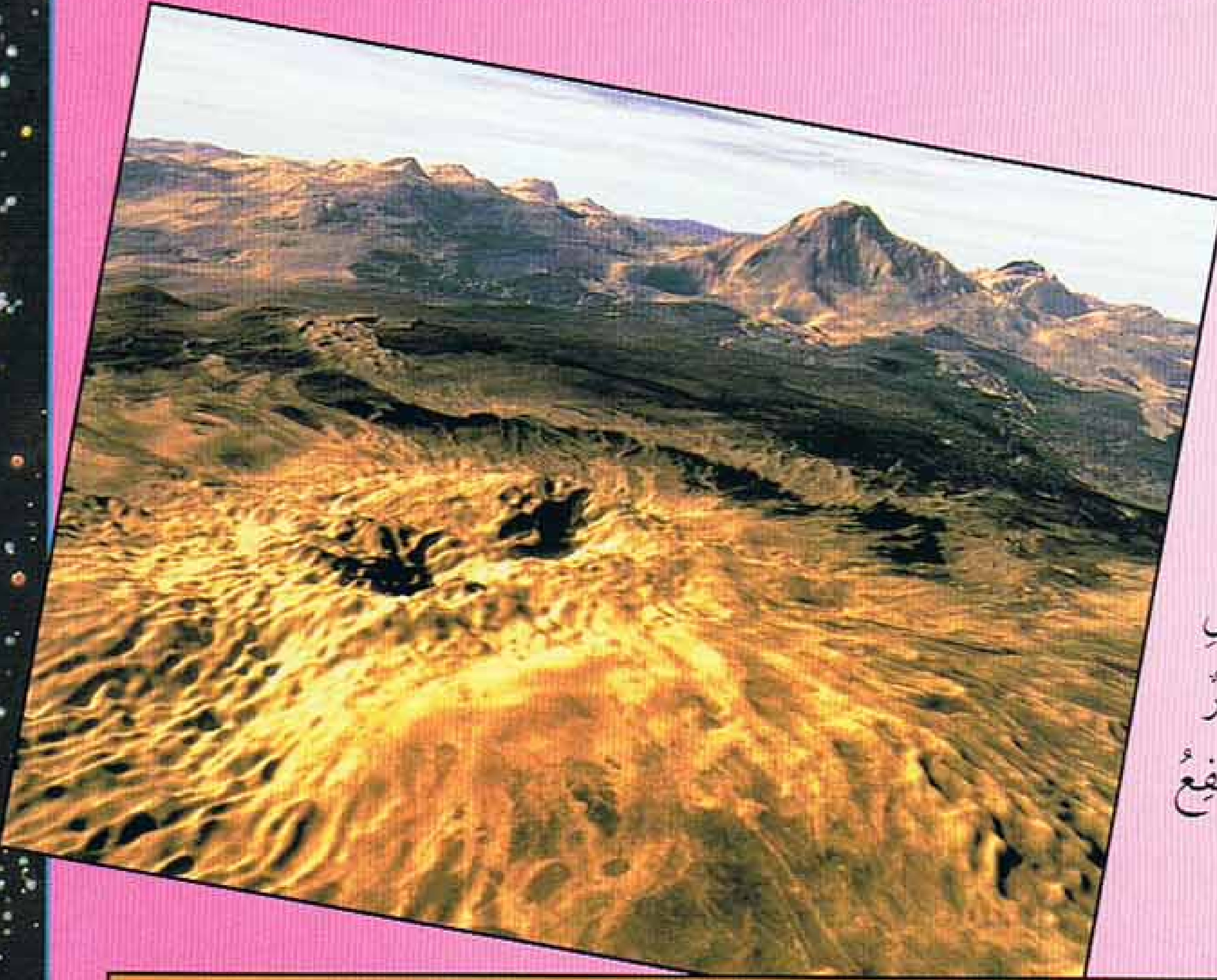
صُوَر منَ السَّطْح

اِلتقَطَ هذه الصّورةَ لسَطْحِ الزُّهْرةِ (أعلاه) السّابِرُ الفَضائيُّ ڤينيرا ١٣ الذي حَطَّ على سَطْحِ الكَوْكَبِ في العام ١٩٨٢. واجَهَ السّابِرُ على السَّطْحِ حرارةً مُرتفِعةً وضَغْطًا عاليًا أقوى بِـ ١٠٠ مرّةٍ ممّا يكونُ في مُستوى سَطْحِ البَحْرِ على الأَرْضِ!



خريطة بالكومبيوتر

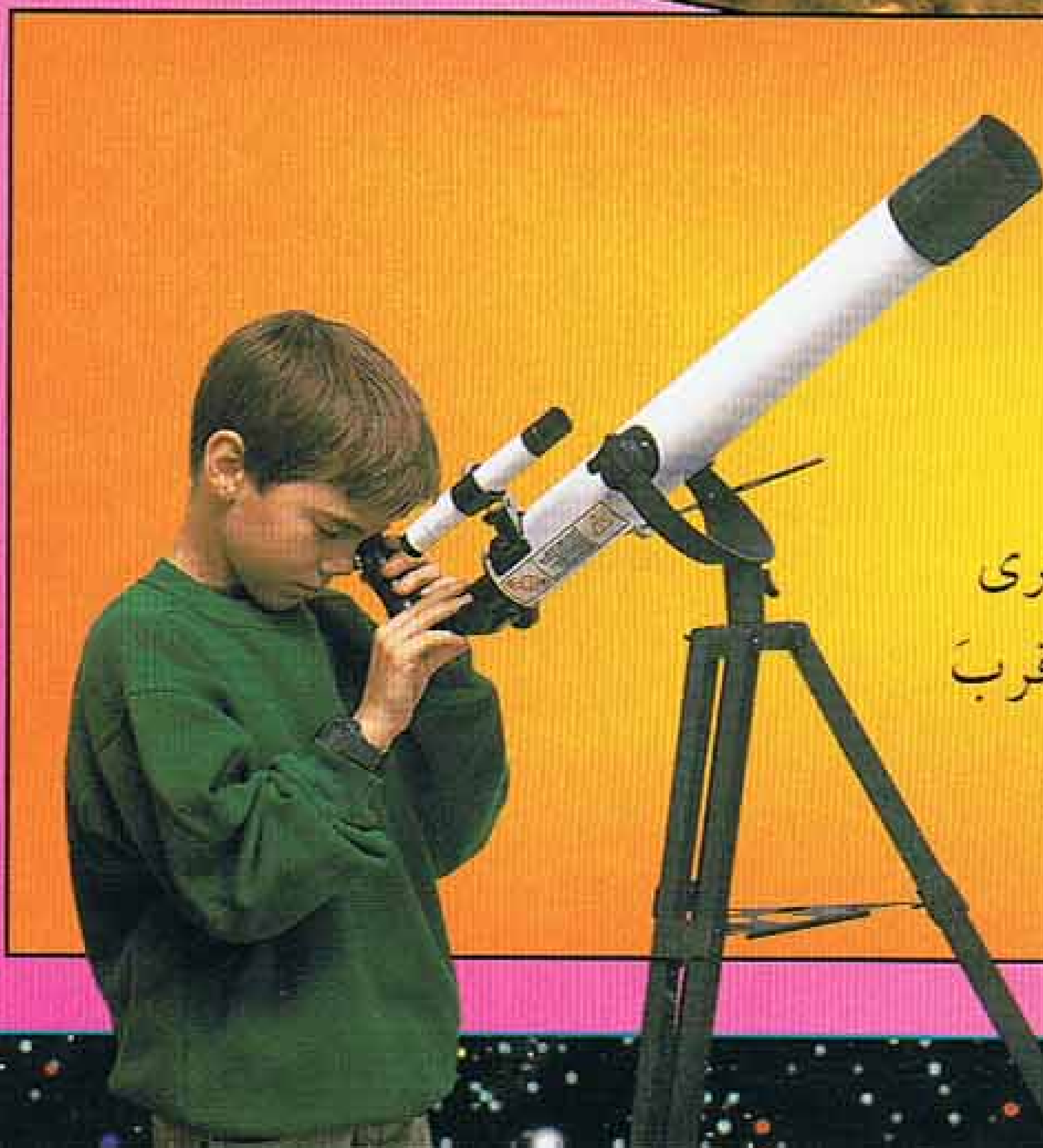
هذه الصّورةُ التي أَعَدَّها الكومبيوتر اعْتِمادًا على التَّخطيطِ الرّاداريِّ تُري مِنْطَقةً حول جَبَلِ ساپاس (إلى اليسار)، وهو جَبَلٌ بُرْكانيٌّ كبيرٌ في كَوْكَبِ الزُّهْرة يَمتَدُّ مسافةَ ٤٠٠ كم ويَرتفِعُ إلى عُلُوِّ ١,٥ كم.





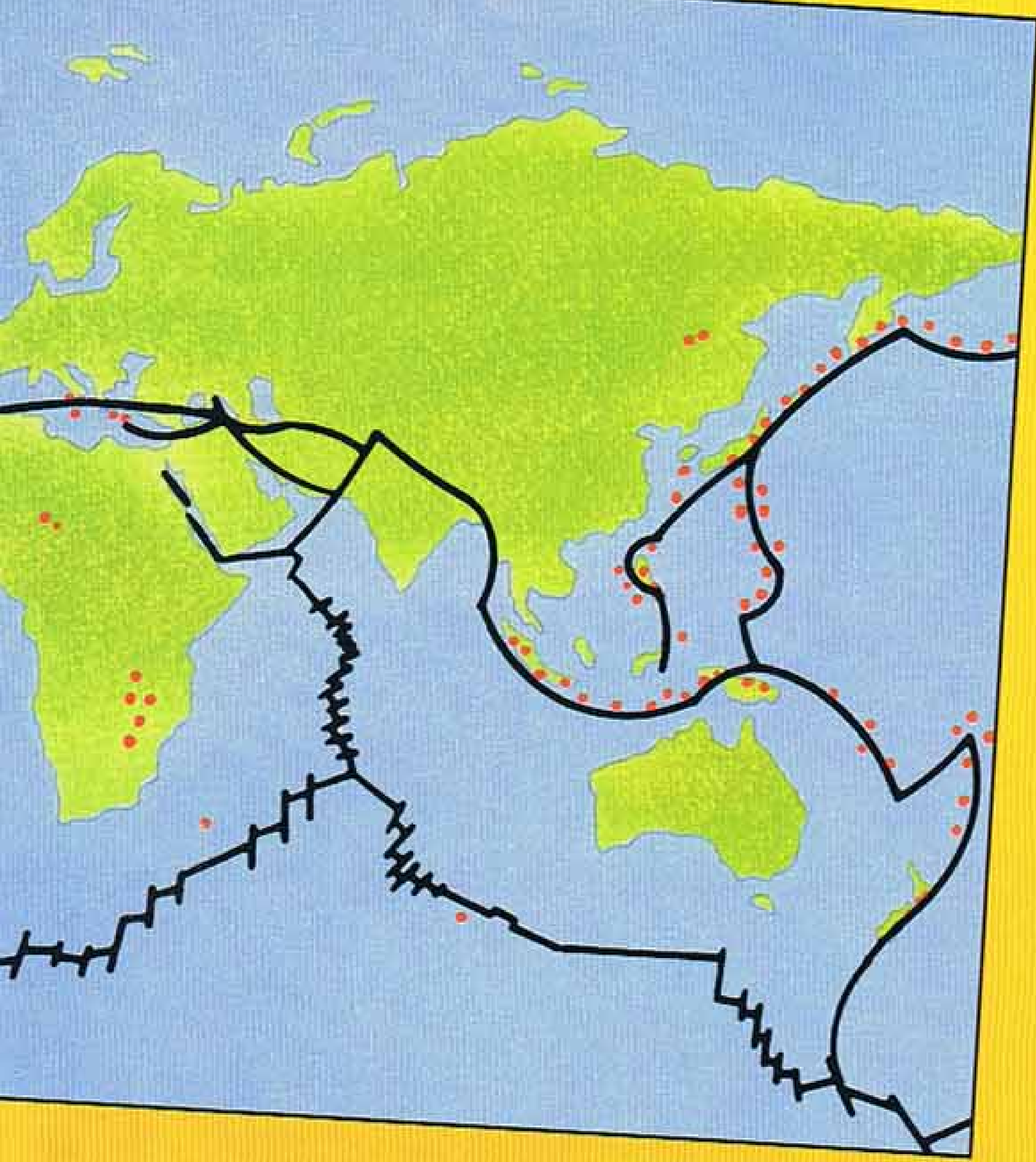
أُرصُدِ المراحل

عندما تَغيبُ الشَّمْسُ، انظُرْ إلى كَوْكَبِ الزُّهْرةِ عبر تِلِسكوبٍ صغيرٍ (إيّاكَ أن تَفعَلَ ذلك عندما تكونُ الشَّمْسُ طالِعةً!). ستَرى الكَوكَبَ في الغالِبِ على شَكْلِ هلالٍ صغيرٍ. أُرصُدْهُ على مَدى عدّةِ أيّامٍ فتَرى أنّ حَجْمَ الهلالِ وشَكْلَهُ يتغيَّرانِ. لكنْ لمّا كان مَدارُهُ أقربَ إلى الشَّمْسِ فلن تَراهُ قُرْصًا كاملًا مُضيئًا.



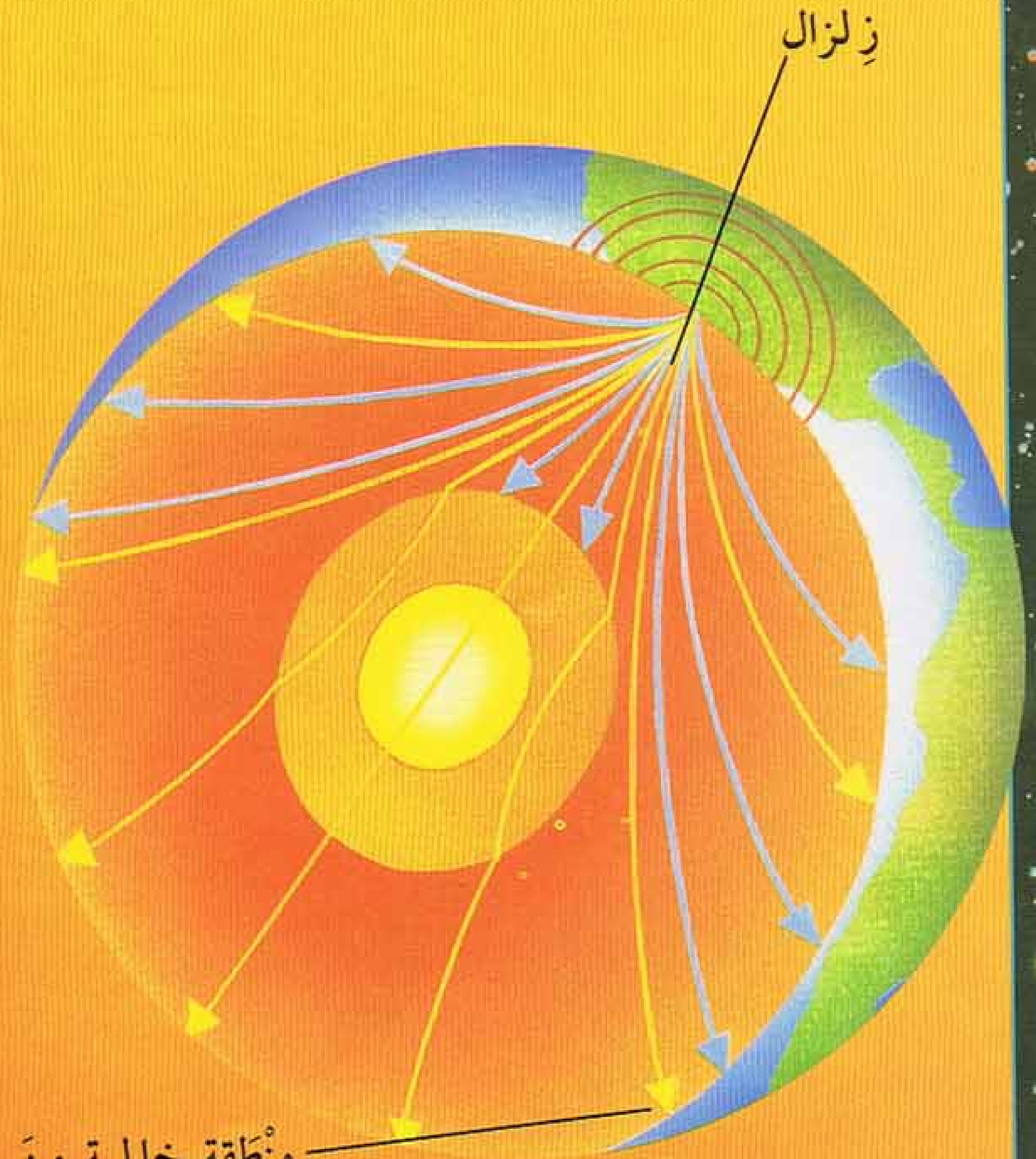
الأَرْض

على ما نَعلَمُ، ليس في أيِّ جُزْءٍ آخرَ منَ النِّظامِ الشَّمْسيِّ حياةٌ كالحياةِ التي نَعرِفُها على الأَرْضِ. فالشُّروطُ في كَوْكَبِنا هي الشُّروطُ المُناسِبةُ لتَطوُّرِ الحياةِ ولاِسْتِمرارِها. والكَوْكَبُ حَيٌّ أيضًا، بمَعنًى ما. فباطِنُ الأَرْضِ حارٌّ والقِشْرةُ الأَرْضيّةُ التي نَعيشُ عليها والتي تَبدو صُلْبةً طافيةٌ في الواقِعِ على طَبَقةٍ منَ الصُّخورِ المُنصهِرةِ.



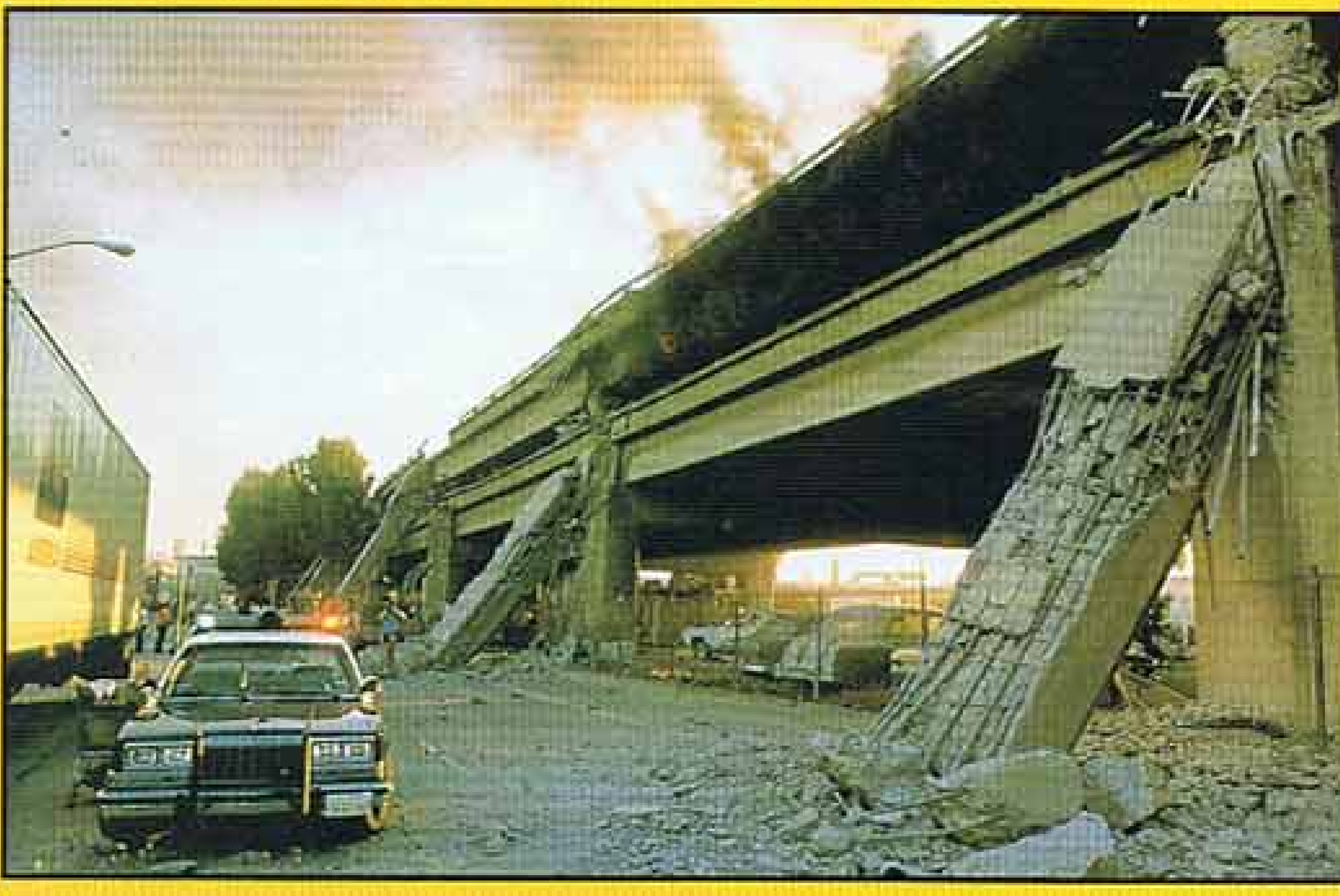
على صفائح

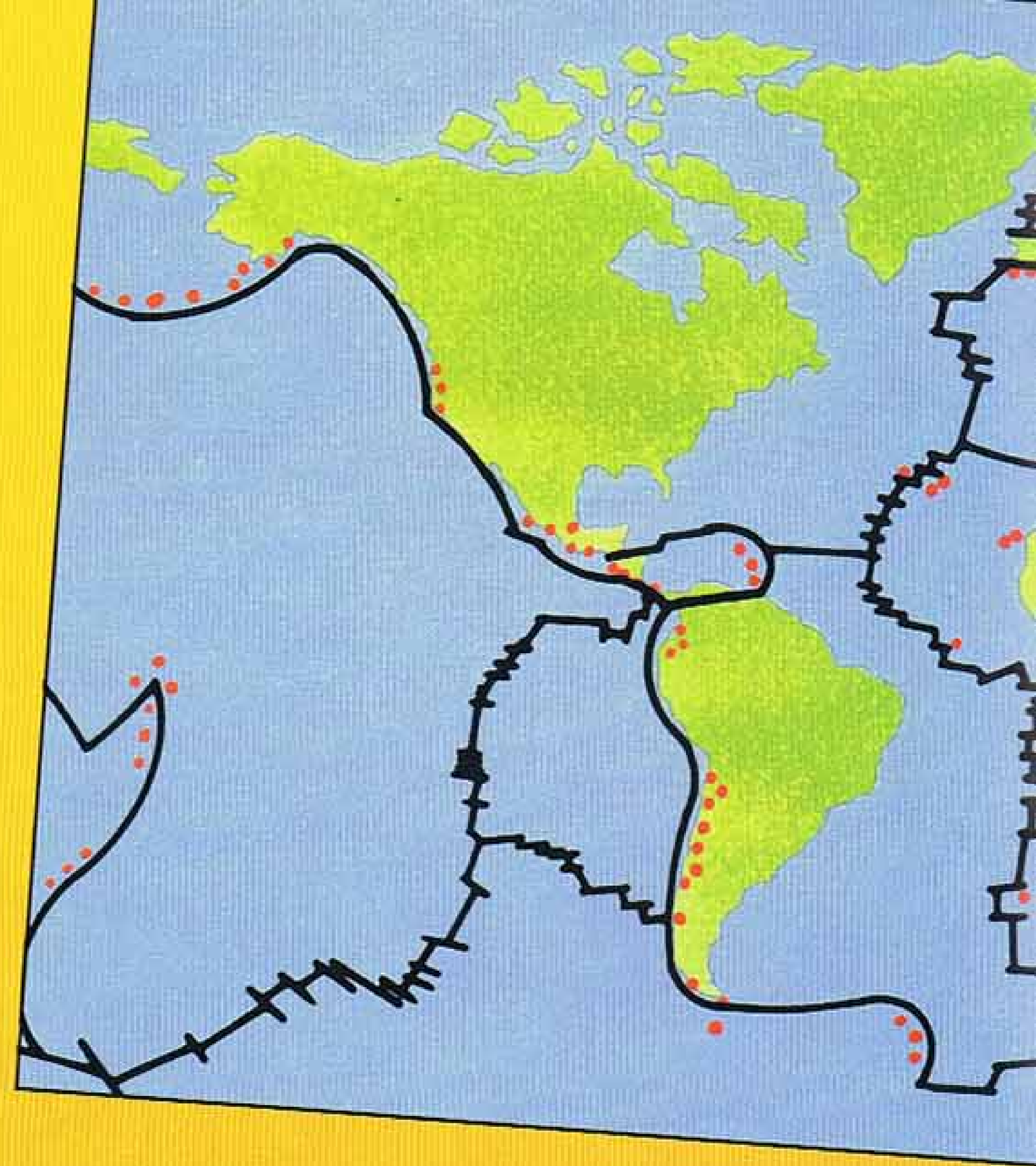
تَنقسِمُ القِشْرةُ الأَرْضِيّةُ إلى أَقسامٍ نُسمّيها صفائحَ. هذه الصَّفائحُ تَتحرَّكُ باسْتِمرارٍ بفِعْلِ ميوعةِ الصُّخورِ تحتها. وقد يَتسبَّبُ تَصادُمُ صَفيحتَينِ بوقوعِ زَلازِلَ أو ثَورانِ بَراكينَ.



نَظرة في باطِنِ الأَرْض

تَصدُرُ عنِ الزَّلازِلِ مَوجاتٌ صَدْميّةٌ تَنتشِرُ في الكُرةِ الأَرْضِيّةِ وعبرَها. بإمْكانِ العُلماءِ أن يَستخدِموا هذه المَوجاتِ لمَعرِفةِ تَركيبِ باطِنِ الأَرْضِ. على سَبيلِ المثالِ، تَنحرِفُ بعضُ المَوجاتِ الصَّدْميّةِ بفِعْلِ تَغيُّرِ كثافةِ الصُّخورِ في مَرْكَزِ الأَرْضِ (إلى اليمين). ونتيجةً لذلك، فإنّها تَبرُزُ، بعدَ نحوِ ٢٠ دقيقةً منَ الجانبِ الآخرِ للأَرْضِ مُنتشِرةً في مِنْطَقةٍ حَلْقيّةٍ حيث لم تُسجَّلْ أيُّ مَوجاتٍ صَدميّةٍ.





زَلْزَلة

عندما تَحتَكُّ صَفيحتانِ بقوّةٍ ولا تَنزلِقانِ إحداهُما على الأُخرى انْزِلاقًا هَيِّنًا، يُمكِنُ أن تَحتبِسا طاقةً مُتزايدةً تَتفلَّتُ يومًا في حَرَكةٍ عنيفةٍ مُفاجِئةٍ. هذه الحَرَكةُ العنيفةُ المُفاجِئةُ نُسمّيها زِلزالًا. يُمكِنُ أن يكونَ الزِّلزالُ منَ العُنْفِ بحيث يُدمِّرُ المُدُنَ (أعلاه) أو يَتسبَّبُ بمَوجاتٍ مَدّيّةٍ نُسمّيها موجاتٍ تسوناميّةً.



العَيْش في الماضي

إذا خَرَجْتَ تَجمَعُ أَحافيرَ ستَجِدُ بُرهانًا جَليًّا على أنّ الحياةَ قديمةٌ جدًّا - فتَشكُّلُ الأَحافيرِ يَستغرِقُ ملايينَ السِّنينَ. قد تَجِدُ على اليابسةِ أَحافيرَ كائناتٍ بَحْريّةٍ مثلِ الأَمونيتِ (أدناه) كانت تَعيشُ في الماءِ. في هذا دليلٌ على أنّ صفائحَ الأَرْضِ تَتحرَّكُ، ناقِلةً مَناطِقَ كانت تحت الماءِ وجاعِلةً إيّاها منَ اليابسةِ.



أَنوار مُضيئة

لا يَرى النّاظِرُ منَ الفَضاءِ البَشَرَ في حياتِهِم اليوميّةِ. على أنّه لا بُدَّ أن يُلاحِظَ المُدُنَ الكبيرةَ بأَضواءِ مَنازِلِها وشَوارِعِها ومَبانيها. في هذه الصّورةِ (أعلاه) تَبدو مدينة نيويورك مُتلألِئةَ الأَضواءِ. ولو أَطَلَّ علينا زائرٌ منَ الفَضاءِ، لا شَكَّ أنّه سيَجِدُ في هذه الأَضواءِ دَليلًا قاطِعًا على أنّ على الأَرْضِ حضارةً مُتطوّرةً.



المرّيخ

المِرّيخُ أصغرُ منَ الأَرْضِ وهو يَليها بُعْدًا عن الشَّمْسِ، ويَتلقّى، لذلك، دفئًا أقلَّ ممّا تَتلقّاهُ. مُعدَّلُ حرارةِ المِرّيخ − ٥٥°س. تُري الصُّوَرُ التي الْتَقَطَتْها السَّوابِرُ الفَضائيّةُ أنّ فيه جِبالًا وسُهولًا وفُوَّهاتٍ وعلاماتٍ تَدُلُّ على أنّ المياهَ كانت تَجري على سَطْحِهِ في وَقْتٍ منَ الأَوقاتِ.

القُطْب الشَّماليّ

القُطْب الجنوبيّ

القُطْبان

في المِرّيخِ، مثلُهُ مثلُ الأَرْضِ، مِنْطَقتانِ قُطْبيّتانِ يُغطّيهما الجَليدُ (أعلاه). وكما هي الحالُ على الأَرْضِ، فإنّ قُطْبَي المِرّيخِ تَتوسَّعُ مِساحتُهُما وتَتقلَّصُ بحَسَبِ الفُصولِ. على أنّ الغِطاءَ الجَليديَّ القُطْبيَّ في المِرّيخِ يَتشكَّلُ في معظمِهِ من ثاني أُكسيدِ الكَربونِ، وهو الغازُ الذي يَتشكَّلُ منه معظمُ جَوِّ الكَوْكَبِ.

السّابِر پاثْفايْنْدَر

حَطَّ هذا السّابرُ (أدناه) على سَطْحِ المِرّيخِ في تمّوز (يوليو)، ١٩٩٧. وقد أَظْهَرَتْ كاميراتُهُ سَهلًا قاحِلًا غُباريًّا فيه حجارةٌ مُبعثرةٌ وصُخورٌ. كما انْطَلَقَتْ منه لتَفحُّصِ الصُّخورِ القريبةِ عَرَبةٌ أُطلِقَ عليها اسمُ سوجورْني.



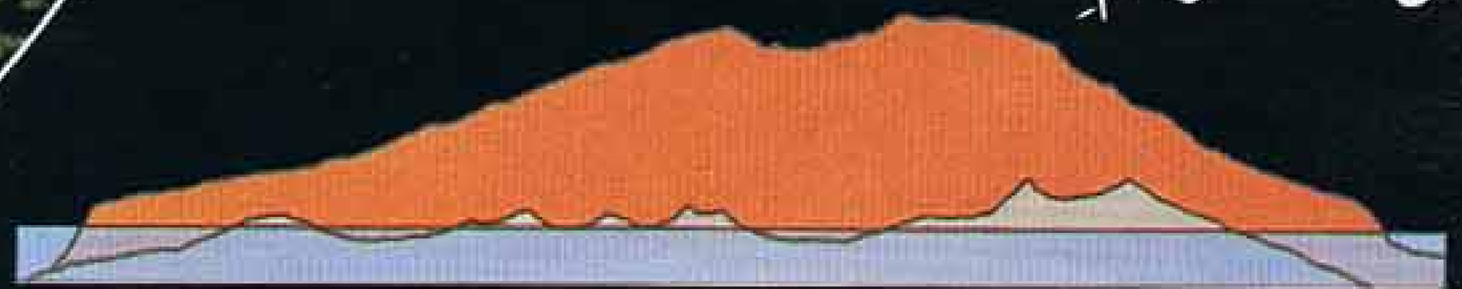
تَخطيطُ الكَوْكَب

وَصَلَتْ عَرَبَةُ الفَضاءِ المُسمّاةُ مسّاحَ المِرّيخِ (إلى اليسار) إلى الكَوْكَبِ في أيلول (سبتمبر)، ١٩٩٧. ومُهمّةُ هذه العَرَبةِ وَضْعُ تَخطيطٍ دقيقٍ لسَطْحِ المِرّيخِ كلِّه. إنّ كاميراتِ هذه العَرَبةِ الفائقةَ الدّقّةِ قادِرةٌ من مَوْقِعِها في مَدارِ المِرّيخِ أن تَرى أجسامًا يَقِلُّ اتّساعُها عن مترٍ واحدٍ – وقد يكونُ بإمْكانِها أن تَرى السّابرَ پاثْفايْنْدَر، أي مُكتشِفَ المَسالِكِ، الرّابِضَ على سَطْحِ الكَوْكَبِ.



جَبَل مَهول

في المِرّيخ أكبرُ جَبَلٍ بُركانيٍّ في النِّظامِ الشَّمْسيِّ كلِّه. جَبَلُ الأُولمبِ (إلى اليسار) يَرتفِعُ إلى عُلُوِّ ٢٤ كم ويَبلُغُ اتّساعُ قاعِدتِه ٥٤٠ كم، ويَبلُغُ قُطْرُ فُوَّهتِه ٩٠ كم. قارِنْ ذلك بأكبرِ البَراكينِ النّاشِطةِ على الأَرْضِ، بُركانُ مونا لُوا. تَرى أدناه رَسْمًا تَخطيطيًّا لجَبَلِ الأُولمبِ ويَبدو في أَماميّتِه رَسْمٌ تَخطيطيٌّ لسِلْسِلةِ جُزُرِ هَواي مُجتمعةً. جَبَلُ مونا لُوا يَظهَرُ في أقصى الشَّمالِ من هذا الرَّسْمِ.

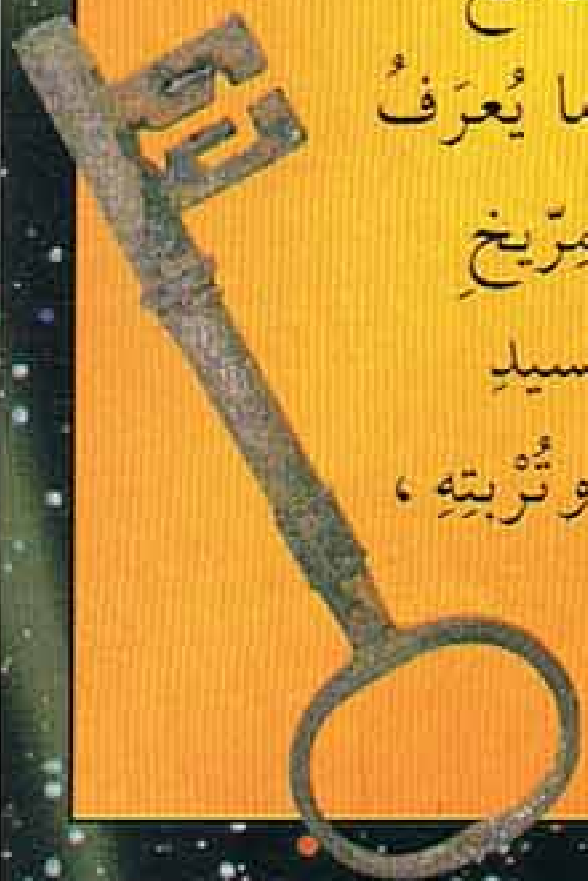




عالَمٌ صَدِئ

عندما تَنظُرُ إلى المِرّيخِ في سماءِ اللَّيلِ تَرى لونَهُ أحمرَ باهِتًا.

بإمْكانِكَ أن تَعرِفَ السَّبَبَ بتَجربةٍ بسيطةٍ. خُذْ مِسْمارًا حديديًّا أو فولاذيًّا جديدًا أو مِفْتاحًا (يَنبَغي ألّا يكونَ منَ الفولاذِ الذي لا يَصدأُ وألّا يكونَ مَطْليًّا بمادّةٍ تَمنَعُ الصَّدَأَ). أُترُكْهُ في مَوْضِعٍ رَطْبٍ فترةً وسُرعانَ ما تَرى أنّ لونَهُ بَدَأَ يَفقِدُ لَمَعانَهُ وأَخَذَ بالاِحْمِرارِ. هذا ما يُعرَفُ بالصَّدَأ، وهو يَتشَكَّلُ عندما يَتفاعَلُ الحديدُ مع الأُكسجينِ ليَنتِجَ عن ذلك ما يُعرَفُ بأُكسيدِ الحديدِ. كَوكَبُ المِرّيخِ يَتلوَّنُ باللَّوْنِ الأحمرِ من أُكسيدِ الحديدِ في صُخورِ سَطْحِهِ وتُرْبتِه، وليس من مَفاتيحَ صَدِئةٍ، بطبيعةِ الحالِ!





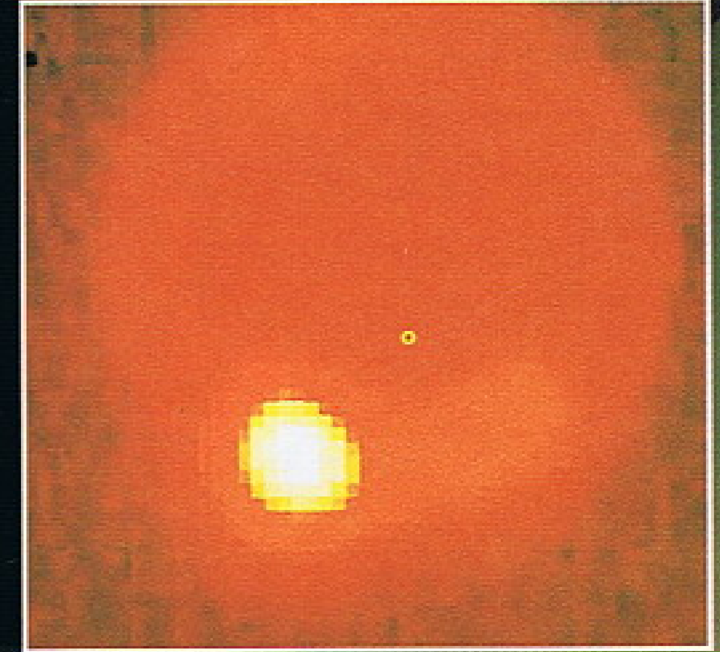
مياه قديمة

تُري الصُّوَرُ التي الْتَقَطَتْها السَّوابِرُ الفَضائيّةُ مَعالِمَ تَبدو وكأنّها مَجاري مياهٍ أو قَنَواتِ تَحاتٍ. ويُظَنُّ أنّه قد سادَتْ في الماضي البعيدِ ظُروفٌ سَمَحَتْ بجَرَيانِ الماءِ السّائلِ. لا يُعرَفُ على وَجْهِ التَّحديدِ كيف سادَتْ تلك الظُّروفُ، لكنّ الإشاراتِ إليها جَليّةٌ. يَلزَمُ أن يكونَ الجَوُّ أشدَّ كثافةً وأدفأَ ليَتحَقَّقَ مثلُ تلك الظُّروفِ. وتُشيرُ الشَّواهِدُ أنّ عُمْرَ تلك المَعالِمِ المائيّةِ يعودُ إلى ٤ بلايينِ سنةٍ مَضَتْ.

المُشتري

المُشْتَري هو أكبرُ الكَواكِبِ حَجْمًا ورابِعُ أَسطَعِ الأَجرامِ في نِظامِنا الشَّمْسيّ. أحدُ أسبابِ شدّةِ سُطوعِهِ حَجْمُهُ الضَّخْمُ - فقُطْرُهُ أكبرُ من قُطْرِ الأَرْضِ بنحوِ ١١ مرّةً - وهو يَعكِسُ لذلك الكثيرَ من ضَوْءِ الشَّمْسِ.

يَختلِفُ المُشْتَري عن الأَرْضِ اخْتِلافًا كبيرًا. فهو يَتكوَّنُ في معظمِهِ من غازَي الهِدْروجين والهِليوم، لا منَ الصُّخورِ كما هي حالُ الأَرْضِ. وتُحيطُ به من ناحيةٍ أُخرى حَلَقاتٌ ضعيفةٌ.



بإمْكانِ الفَلَكيِّينَ، باسْتِخدام الأَشِعّة تحت الحمراء، «رؤية» كُرة هائلة منَ النار انْبثَقَتْ عندما ضَرَبَتْ جوَّ الكَوْكَب شَظايا منَ المُذنَّبِ صانعِ الأحذية ٩ (إلى اليمين).

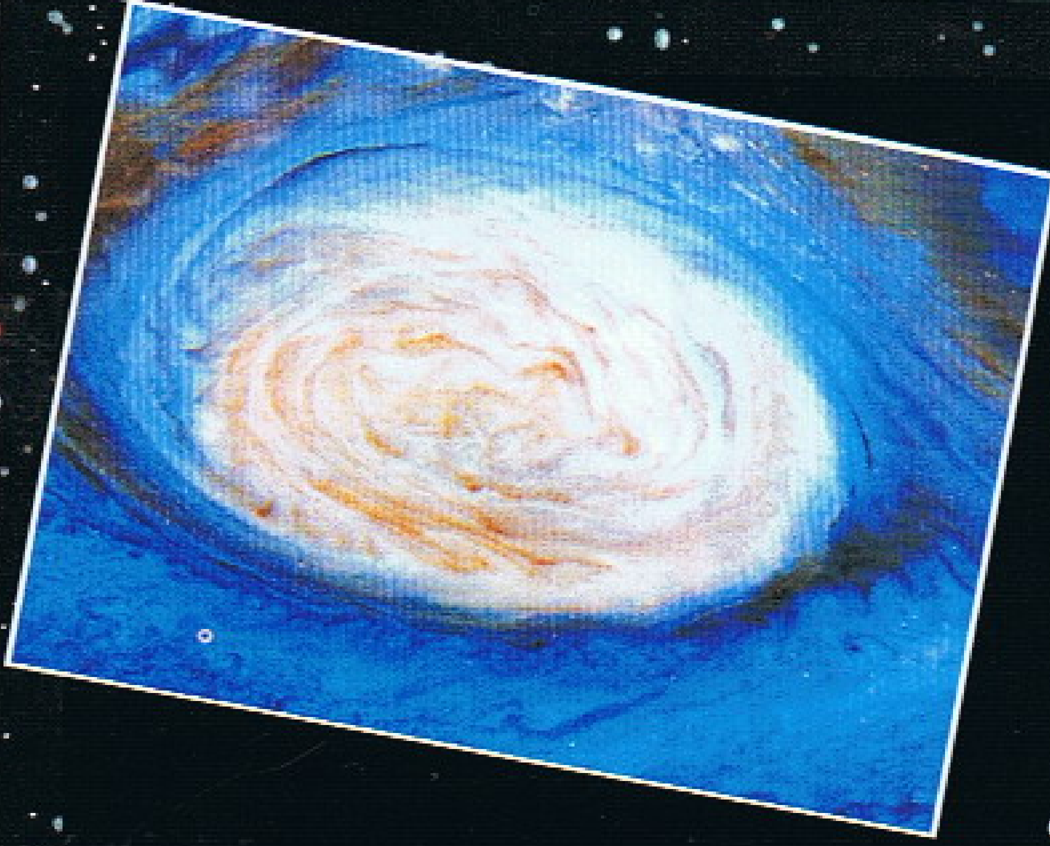
سُقوطُ مُذنَّب

في تمّوز (يوليو) من عام ١٩٩٤ اصْطَدَمَتْ شَظايا مُذنَّبٍ يُعرفُ باسْمِ صانعِ الأَحذيةِ ٩ بكَوْكَبِ المُشتَري. كان المُذَنَّبُ قد تَحطَّمَ قبل اصْطِدامِهِ بالكَوْكَبِ إلى سِلْسِلَةٍ من ٢١ شَظيّةً تَبعثَرَتْ على مسافةٍ تَزيدُ على مليون كم. وقد الْتَقَطَ تِلِسكوبُ هابِل الفَضائيُّ صورًا لفَجواتٍ هائلةٍ في جوِّ الكَوْكَبِ (إلى اليمين) حيث وَقَعَتِ الشَّظايا. وقد ظَلَّتْ هذه الفَجواتُ ظاهرةً لمدّةٍ تُقارِبُ العامَ قبل أن تَمحوها عَوامِلُ الطَّقسِ في كَوْكَبِ المُشتري.

باطِن ساخِن

تُري صوَرُ الأَشِعّةِ الحمراءِ أنّ الكَوْكَبَ يُطلِقُ حرارةً (إلى اليمين). يُظَنُّ أنّ هذه الحرارةَ ناجِمةٌ عن أنّ الكَوْكَبَ يَنكمِشُ ببطءٍ بفِعْلِ قوّةِ حَقْلِهِ المِغْنَطيسيّ. عندما تَنضغِطُ الغازاتُ، تَسخُنُ، وهذه السُّخونةُ هي ما «يُرى».





بُقْعة حمراء

بإمْكانِكَ أن تَرصُدَ بتِلِسكوبٍ صغيرٍ مَعْلَمًا من مَعالِمِ المِرّيخِ هو البُقْعةُ الحمراءُ الكبيرةُ (إلى اليسار). هذه البُقْعةُ هي في الواقِعِ عاصفةٌ هائلةٌ في نِصْفِ الكُرةِ الجنوبيِّ منَ الكَوْكَبِ. وهي بُقْعةٌ أَوسَعُ منَ الأَرْضِ بثلاثِ مرّاتٍ! وقد لاحَظَ الفَلَكيّون هذه البُقْعةَ منذ أكثرَ من ٣٠٠ سنةٍ.



سُحُب مُدوِّمة

بإمْكانِكَ أن تُشكِّلَ على الوَرَقةِ نَمَطًا مُشابِهًا لنِطاقاتِ المُشتري. إملأْ صينيّةً بقليلٍ منَ الماءِ. ثمّ صُبَّ فوق الماءِ طِلاءاتٍ سائلةً من ألوانٍ مُختلِفةٍ – ستَطفو الطِّلاءاتُ فوق الماءِ. مَرِّرْ مِسْمارًا عبر الطِّلاءاتِ الطّافيةِ في سِلْسِلةٍ منَ الخُطوطِ المُتوازيةِ لتَشكيلِ النِّطاقاتِ. ثمّ ضَعْ وَرَقةً على وَجْهِ الماءِ بحيث تَلتقِطُ طِلاءاتِ السَّطْحِ. اِرفَعِ الوَرَقةَ وجَفِّفْها. ستَبدو الخُطوطُ المُتوازيةُ على الوَرَقةِ أشبهَ بنِطاقاتِ المُشْتَري.



الكَوْكَب المُطوَّق

تُري الصُّوَرُ المُلتقطةُ للكَوْكَبِ أنّ سَطْحَهُ يتَشكَّلُ من نِطاقاتٍ منَ السُّحُبِ (أعلاه). قد يكونُ بإمْكانِكَ أن تَرى هذه النِّطاقاتِ بتِلِسكوبٍ. وهي تتكوَّنُ من موادَّ كيماويّةٍ مُختلِفةٍ، بما فيها الأَمونيا، أو غازُ النُّشادِرِ، وبِلَّوْراتُ الماءِ.

زُحَل

في الكَوْكَبِ زُحَل واحدٌ من أعظمِ المَشاهِدِ رَوْعةً في النِّظامِ الشَّمْسيِّ. اُنظُرْ إليه عبر تِلسكوبٍ صغيرٍ وسترى على وَجْهِ التَّأكيدِ حَلْقةً واحدةً على الأقلّ من الحلقات التي تحيط به، وقد ترى اثنتين. تُري الصُّوَرُ التي الْتَقَطَتْها السَّوابِرُ الفَضائيّةُ أنّ الحَلْقَتَينِ الكبيرتَينِ هما، في الواقع، أُلوفُ الحَلَقاتِ الدَّقيقةِ.

الحَلَقات

يَحسَبُ الفَلَكيّونَ أنّ حول زُحَلَ نحوَ ١٠٠٠٠ حَلْقةٍ أو أكثرَ (إلى اليمين). الحَلَقاتُ غيرُ ثَخينةٍ، وهي بعَرْضٍ يَتراوَحُ بين ٣٠ م و١٠٠٠ م، وهي جامِدةٌ لكنّها تَتشكَّلُ من جُسَيماتٍ صغيرةٍ (اُنظُرْ إلى اليسار). تَبدأُ الحَلَقاتُ في عُلُوٍّ نحوِ ٧٠٠٠ كم فوق سُحُبِ زُحَلَ، وتَمتَدُّ فوقها إلى نحوِ ٧٤٠٠٠ كم.



٢٠٠٩

٢٠٠٥

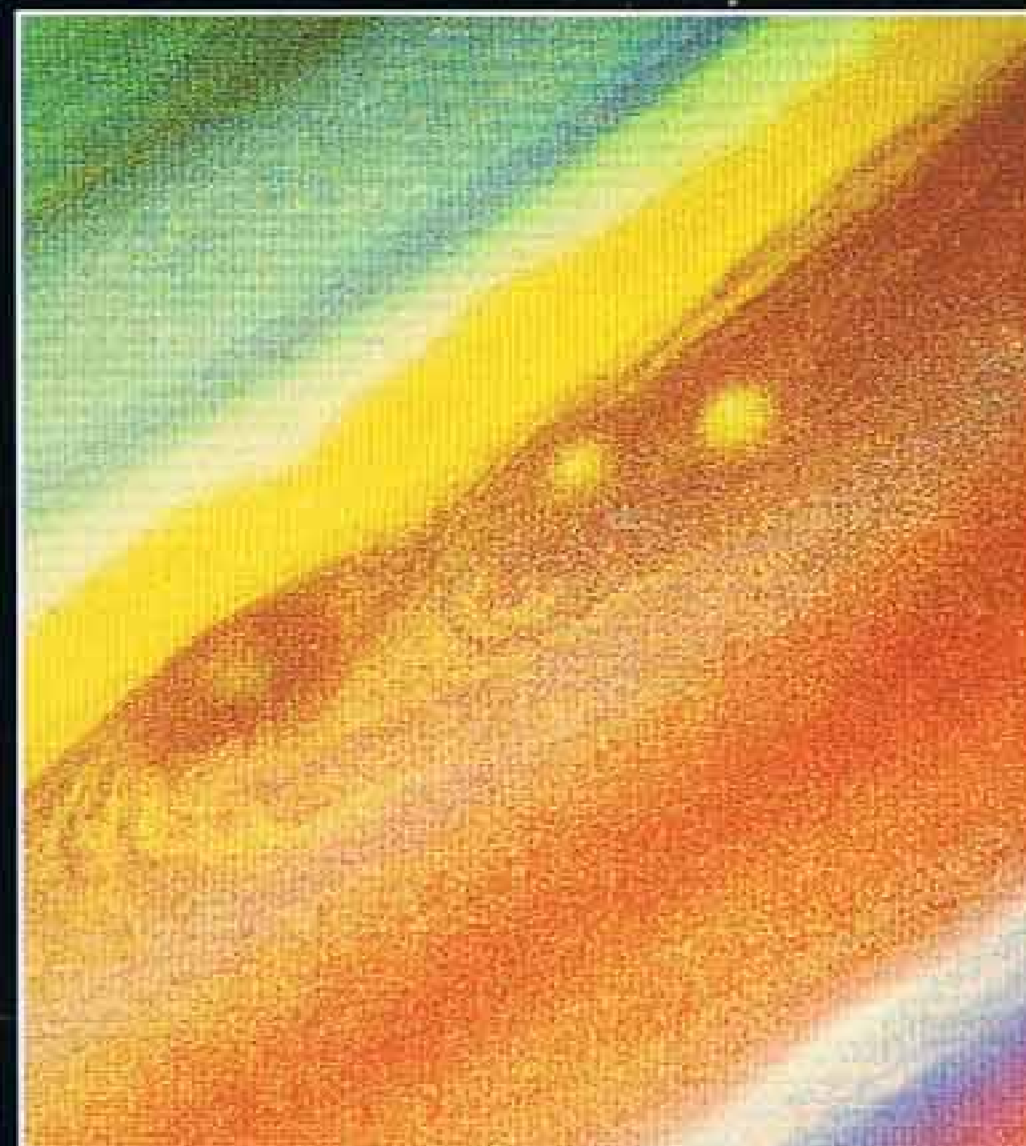
٢٠٠٠



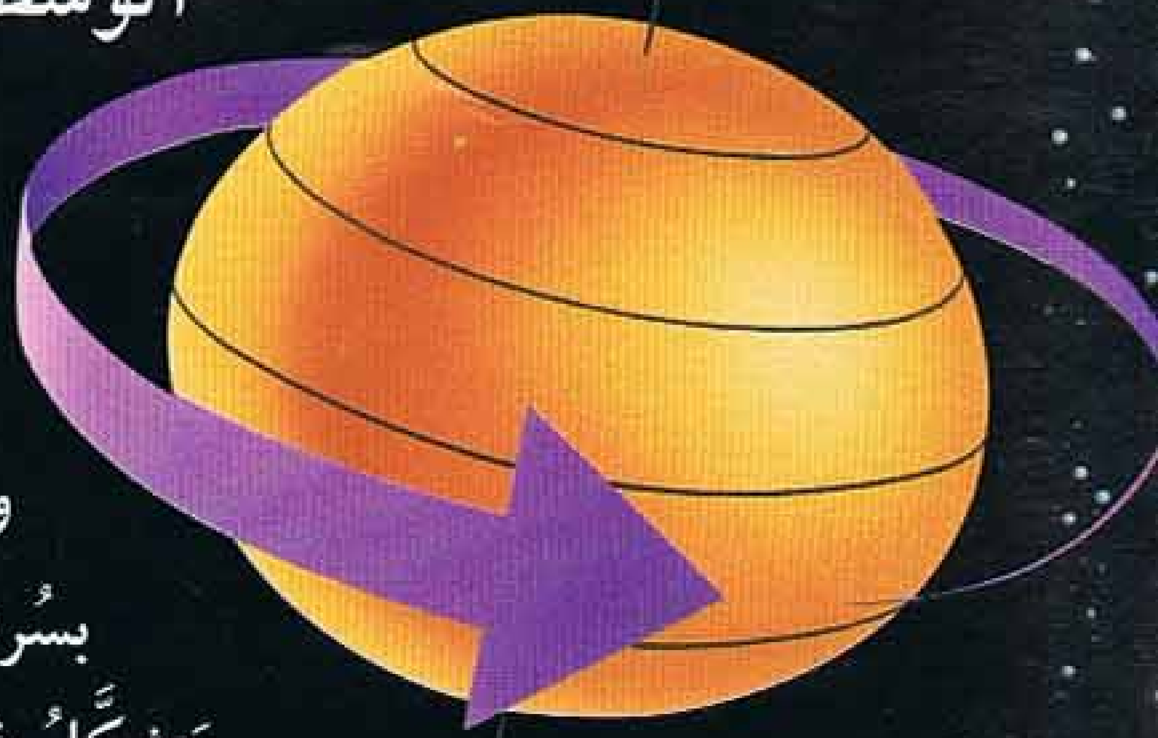
١٩٩٥

سَطْحُ الكَوْكَب العِمْلاق

يَتميَّزُ سَطْحُ زُحَلَ، مثلُهُ مثلُ سَطْحِ المُشْتَري، بنَمَطٍ منَ النِّطاقاتِ (إلى اليمين). ومع أنّه ليس لزُحَلَ مَعْلَمٌ مُذهِلٌ مثلُ بُقْعةِ المُشتري الحمراءِ الكبيرةِ، فإنّ فيه عَواصِفَ تَظهَرُ على شَكْلِ بُقَعٍ بَيضاويّةٍ بيضاءَ وبُنّيّةٍ وحمراءَ. وتحت سُحُبِهِ، تَنضغِطُ الغازاتُ إلى سائلٍ. وفي مَرْكَزِهِ تمامًا قَلْبٌ صَخْريٌّ.



الوَسَط المُتمدِّد



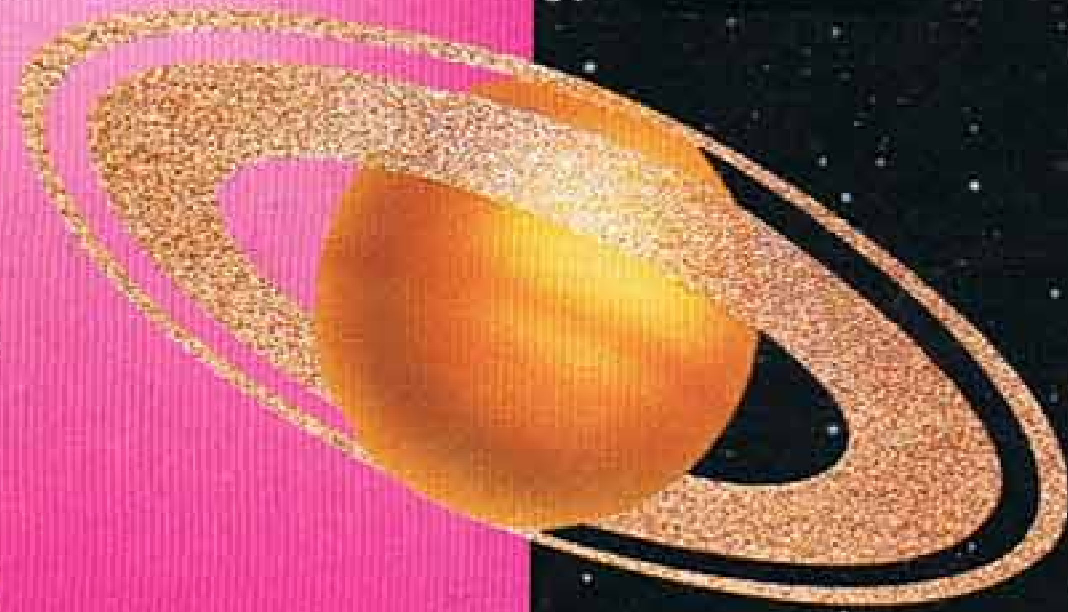
يَدورُ زُحَلُ حول مِحْوَرِهِ مرّةً كلَّ ١٠,٥ ساعة. ولأنّه يُدوِّمُ حول نَفْسِهِ بسُرعةٍ كبيرةٍ جدًّا وأنّه يَتشكَّلُ في معظمِهِ منَ الغازِ، فإنّه يتمدَّدُ حول خَطِّ الوَسَطِ. فالمسافةُ بين القُطبَينِ نحو ١٠٩٠٠٠ كم في حين أنّ المسافةَ عبر خَطِّ الاِستِواءِ نحو ١٢٠٥٨٥ كم.

حَلَقات مُتغيِّرة

راقِبْ حَلَقاتِ زُحَلَ على مدى بضعِ سِنينَ فتُلاحِظَ أنّها تَبدو وكأنّها تَنفتِحُ وتَنغلِقُ. سَبَبُ ذلك أنّ زُحَلَ مائلٌ بزاويةِ ٢٥° على مُستَوي مَدارِهِ، وكذلك هي حَلَقاتُهُ. إذ نَرصُدُ تلك الحَلَقاتِ منَ الأَرْضِ، والتي مَدارُها أقربُ كثيرًا إلى الشَّمْسِ، نَرى الحَلَقاتِ تَنفتِحُ، وتَنغلِقُ، وتَنفتِحُ ثانيةً على مدى ٣٠ سنةً إذ يُكمِلُ زُحَلُ دَوْرَتَهُ حول الشَّمْسِ والتي تَستغرِقُ ٢٩,٥ سنةً (أُنظُر التَّواريخ، إلى اليمين).



٢٠١١



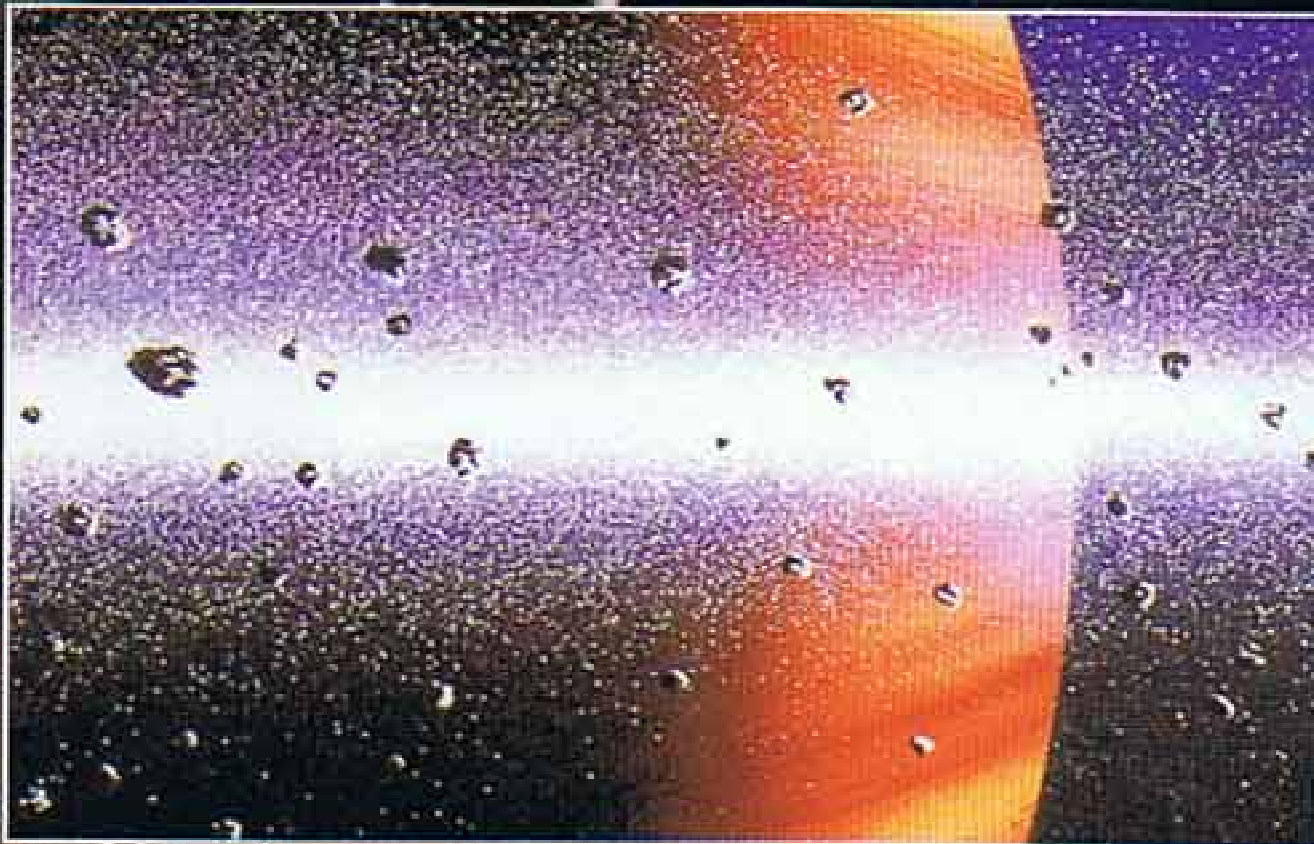
٢٠١٦

٢٠٢١

داخِل الحَلَقات

تَتألَّفُ الحَلَقاتُ من عَدَدٍ لا حَصْرَ له منَ الجُسَيماتِ (أدناه) يَتراوَحُ حَجْمُها بين جُسَيماتٍ دقيقةٍ وأخرى في حَجْمِ كِسَفِ الثَّلجِ وكُتَلٍ بحَجْمِ صُخورٍ كبيرةٍ. ويُعتقَدُ أنّ هذه الجُسَيماتِ تَتألَّفُ في معظمِها منَ الجَليدِ ومن شيءٍ منَ الغُبارِ وبعضِ الموادِّ المَعدِنيّةِ.

وقد رأى الفَلَكيّونَ أنّ بعضَ الحَلَقاتِ تَبدو وكأنّها مَجدولةٌ بعضُها مع بعضٍ. ويُظَنُّ أنّ سَبَبَ هذا «التَّضْفيرِ» هو الأقمارُ «الرّاعيةُ» الصَّغيرةُ التي تَدورُ حول جانبٍ من جانبَي الحَلَقاتِ المَجدولةِ فتُشوِّهُها بقوّةِ مَجالِها المِغْنَطيسيِّ.

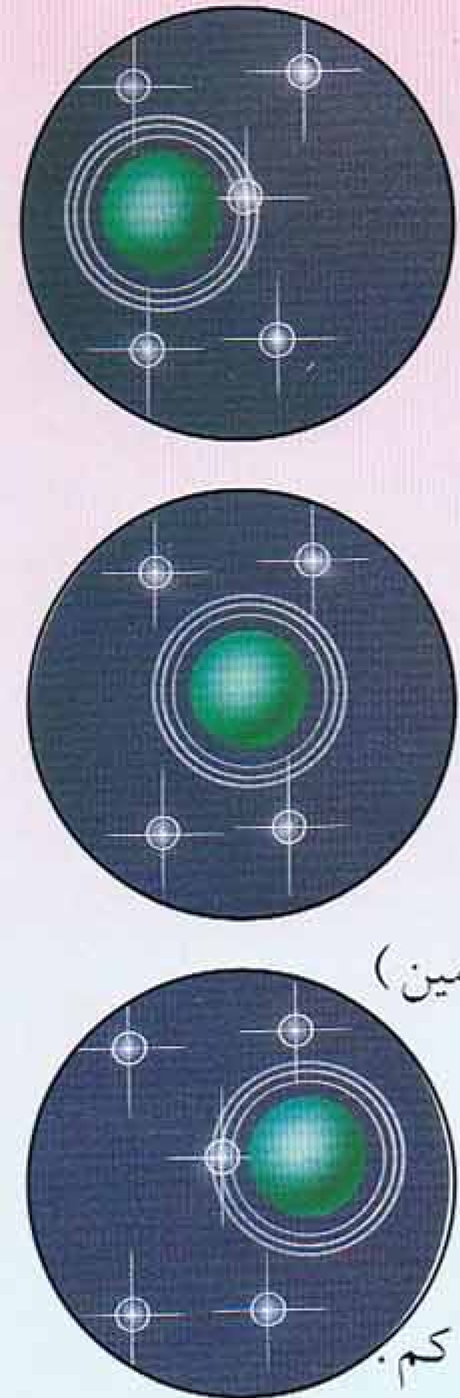


أورانوس

على الرُّغمِ من أنّ كَوْكَبَ أورانوس هو الكَوْكَبُ الثّالثُ حَجْمًا في النِّظامِ الشَّمْسيِّ فمن شِبْهِ المُستحيلِ رؤيتُهُ بالعَيْنِ المُجرَّدةِ، وذلك لبُعْدِهِ الشّاسعِ عنّا. وهو في معظمِهِ يَتكوَّنُ، مثلُهُ مثلُ المُشْتَري وزُحَل، من غازَي الهِدْروجين والهِلْيوم وقليلٍ من غازِ الميثان. والميثانُ هو ما يُعطي الكَوْكَبَ لونَهُ المُزْرَقَّ عند رَصْدِهِ بتِلِسكوبٍ قويٍّ.

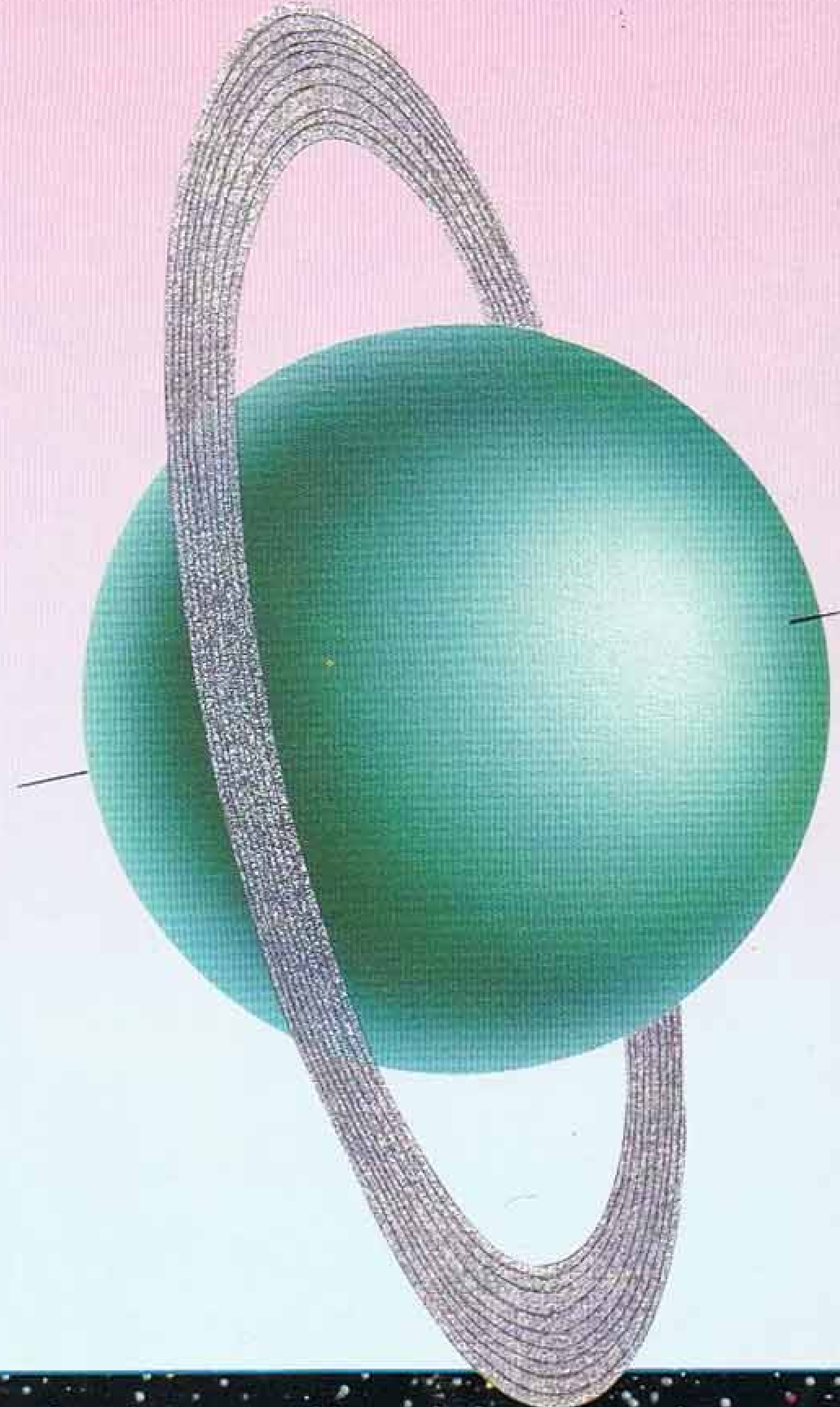
كَوْكَب بلا مَعالِم

يَبدو الكَوْكَبُ عند رَصْدِهِ بعَدَساتِ المَسابِرِ الفَضائيّةِ شِبْهَ خالٍ من المَعالِمِ (أعلاه). على أنّ مُراقبتَهُ بوَسيلةِ الأَشِعّةِ تحت الحمراءِ تَكشِفُ عن سُحُبٍ نِطاقيّةٍ وأَنظِمةِ طَقْسٍ مُشابِهةٍ لتلك السّائدةِ في كَوْكَبِ المُشْتَري.



إسْتِكشافُ حَلَقات

لا تُرى حَلَقاتُ أورانوس منَ الأَرْضِ، لكن يُمكِنُ تَحرّيها. عندما تَمُرُّ الحَلَقاتُ أمام نَجْمٍ، تَتغيَّرُ مُستوَياتُ الضَّوْءِ الصّادرةُ عن النَّجْمِ، وتَبدو وكأنّها تَتلألأُ (إلى اليسار). يُمكِنُ الْتِقاطُ هذا التَّلألُؤِ بأدواتٍ لقياسِ مُستوَياتِ الضَّوْءِ. حول الكَوْكَبِ تسعُ حَلَقاتٍ (إلى اليمين) وهي تَتكوَّنُ من أشدِّ الموادِّ قَتامةً في النِّظامِ الشَّمسيِّ. تبدأُ الحَلَقاتُ على عُلُوِّ نحوِ ١٦٠٠٠ كم وتَمتدُّ نحوَ ١٠٠٠٠٠ كم.



يَدورُ أورانوس حول الشَّمْس مرّةً كلّ ٨٤ سنةً من سنواتِ الأَرْضِ.

اليوم الأَطوَل

يُدوِّمُ أورانوس مائلًا على جانبِهِ، وهذا يَعني أنّ أحدَ القُطْبَينِ يكونُ، في أحدِ طَرَفَي المَدارِ، موجَّهًا مباشرةً إلى الشَّمْسِ (إلى اليسار). وفي الطَّرفِ الآخرِ للمَدارِ يكونُ القُطْبُ مُوَجَّهًا في الاتّجاهِ المُعاكِسِ، أي بعيدًا عن الشَّمْسِ. وهذا يَعني أنّه، على الرُّغم من أنّ أورانوس يُدوِّمُ حول مِحْوَرِهِ مرّةً كلَّ ١٧,٩ ساعةً، فإنّ نَهاراتِهِ، في الواقع، تَطولُ مدّةَ ٤٢ سنةً وإنّ لياليهِ تَطولُ مدّةَ ٤٢ سنةً أُخرى!

اِصْطِدام كبير

تُدوِّمُ الكَواكِبُ كلُّها مائلةً على مُستَوي مَدارِها - الأَرْضُ تُدوِّمُ بزاويةِ ٢٣,٥°. لكنّ أورانوس فريدٌ في ذلك إذ تَبلُغُ زاويةُ مَيْلِهِ ٩٨° - وهو يُدوِّمُ في الواقعِ على جانبِهِ بالنِّسبةِ إلى مدارِهِ حول الشَّمْسِ (أُنْظُرْ أعلاه)!



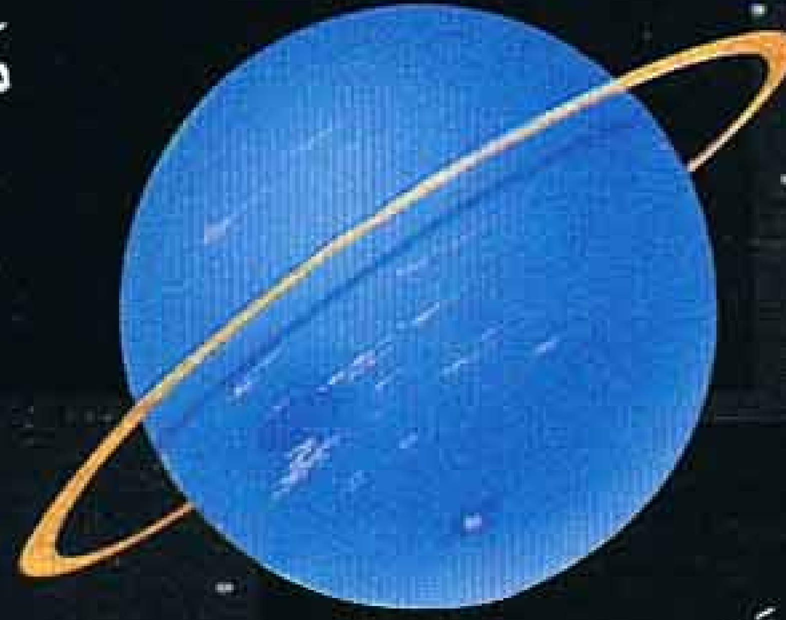
لا يَعرِفُ الفَلَكيّونَ على وجهِ التَّحديدِ سَبَبَ هذا المَيْلِ الشَّديدِ في تَدويمِ أورانوس، لكنّ إحدى النَّظَريّاتِ تَقولُ إنّ الكَوْكَبَ تَعرَّضَ في وَقْتٍ منَ الأوقاتِ إلى اصْطِدامٍ كَوْنيٍّ هائلٍ كان من نَتيجتِهِ أن انْقَلَبَ على جانبِهِ (إلى اليمين). لا بُدَّ، إذا كان لذلك أن يَحدُثَ، من أن يكونَ حَجْمُ الجِرْمِ الذي اصْطَدَمَ بأورانوس نِصْفَ حَجْمِ الأَرْضِ على أقلِّ تَقديرٍ، أي بقُطْرٍ قريبٍ من ٦ ٤٠٠ كم، بالمُقارنةِ مع قُطْرِ أورانوس البالغِ ٥١ ١٤٠ كم.

نپتون

نپتون هو آخرُ الكَواكِبِ الغازيّةِ العِمْلاقةِ الأربعةِ. ويكونُ نپتون أحيانًا، بسَبَبِ مَدارِ پلوتو الغريبِ حول الشَّمْسِ (أُنظُرْ ص ٢٤ - ٢٥)، الكَوْكَبَ الأبعدَ عن الشَّمْسِ. ولأنّه بعيدٌ عنها بُعْدًا شاسِعًا، فإنّ ضوءَهُ منَ الضآلةِ بحيث لا تَراهُ العَيْنُ المُجرَّدةُ. وفي جَوِّهِ، مثلما في جَوِّ أورانوس، قليلٌ من غازِ الميثان ممّا يَجعَلُهُ مائلًا إلى الزُّرْقةِ. لكنّ فيه مَعالِمَ ليست مُتوفِّرةً في أورانوس.



عندما زارَتْ عَرَبةُ الفَضاءِ ڤوَيَجر كَوْكَبَ نپتون، رَأَتْ مَعالِمَ أُعطِيَت اسمَ البُقْعةِ السَّوداءِ العظيمةِ (أعلاه). على أنّه عندما تَفحَّصَ تِلِسْكوب هابِلِ الفَضائيُّ مَوقِعَ تلك البُقْعةِ في العامِ ١٩٩٤ تَبيَّنَ أنّها قد تَلاشَتْ.



حَلَقاتُ نپتون

لنپتون أربعُ حَلَقاتٍ رقيقة ضئيلة الضَّوْءِ جدًّا (إلى اليسار)، أشبهُ بحَلَقاتِ المُشْتَري وأورانوس. للحَلْقةِ الظّاهريّةِ أقسامٌ تَبدو أشدَّ سُطوعًا من سواها.

سُحُب شاهِقة

في جَوِّ الكَوْكَبِ الأزرقِ سُحُبٌ بيضاءُ صغيرةٌ، لعلَّها تَتشكَّلُ من بِلَّوْراتٍ جَليديّةٍ من غازِ الميثان، تَنجرِفُ طافيةً فوق حُزْمةِ السَّحابةِ الزَّرقاءِ على عُلُوِّ ٥٠ كم منها (إلى اليمين). وعلى الرُّغمِ ممّا يَبدو على نپتون من هدوءٍ فإنّه مَوْطِنٌ لرياحٍ وعَواصِفَ شديدةٍ جدًّا. في الواقع، يُعتقَدُ أنّ فيه أشدَّ الرّياحِ في النِّظامِ الشَّمْسيِّ كلِّه - أسرعُ الرّياحِ تَهُبُّ بسُرعةٍ تُقارِبُ ٢٠٠٠ كم في السّاعةِ.



السَّحابة المُدوِّمة

من مَعالِمِ نبتون أيضًا ظاهرةُ السَّحابةِ البيضاءِ (إلى اليسار) التي تُدوِّمُ حول الكَوْكَبِ مرّةً كلَّ ١٦,٨ ساعةً.

كَوْكَب أزرق

تكشِفُ الصُّوَرُ التي الْتقَطَتْها عَربةُ فُوَيَجر الفَضائيّةُ عن قُرْبٍ عن نِطاقاتٍ خافِتةٍ في سُحُبِ الكَوْكَبِ (إلى اليسار). فإنّ في جَوِّ الكَوْكَبِ، بالإضافةِ إلى سُحُبِ الميثان العاليةِ، طَبَقاتٍ مُنخفِضةً من سُحُبِ الأمونيا وكِبْريتيت الهِدْروجين. هذه السُّحُبُ الزَّرقاءُ المُنخفِضةُ هي ما يَراهُ الفَلَكيّونَ عند رَصْدِهِم للكَوْكَبِ.



كَواكِب أقلّ كثافةً

غازا الهِدْروجين والهِلْيوم على الأَرْضِ أخفُّ منَ الجَوِّ المُحيطِ - تُلاحِظُ كيف أنّ البالونَ يَعلو في الهواءِ عند نَفْخِهِ بغازِ الهِلْيوم. كَواكِبُ الغازِ العِمْلاقةُ (المُشْتَري وزُحَل وأورانوس ونبتون) تَتألّفُ في معظمِها من هذينِ الغازَينِ. ولأنّ هذينِ الغازَينِ خَفيفانِ للغايةِ، فإنّ الكَواكِبَ الغازيّةَ الأربعةَ ليست في كثافةِ الكَواكِبِ الصَّخْريّةِ، والتي منها الأَرْضُ.



بلوتو وتشارُن

يُشكِّلُ كَوْكَبُ بلوتو الصَّغيرُ بعد الكَواكِبِ الغازيّةِ العِمْلاقةِ تَغيُّرًا بارِزًا. قُطْرُ الأَرْضِ أكبرُ من قُطْرِ بلوتو بِـ ٥ مرّاتٍ وكُتْلَتُها أكبرُ من كُتْلَتِهِ بِـ٥٠٠ مرّةٍ. وحيث إنّ بلوتو بعيدٌ جدًّا عنّا وصغيرٌ جدًّا يَجِدُ الفَلَكيّونَ صُعوبةً في التَّعرُّفِ إليه. على كلِّ حالٍ، يُعتقَدُ أنّ بلوتو كَوْكَبٌ صَخْريٌّ تُغطّيهِ طَبَقةٌ عميقةٌ من جَليدٍ مائيٍّ، وفوق تلك الطَّبَقةِ طَبَقةٌ خليطٌ منَ الميثان المُتجمِّدِ والجَليدِ.

مدار قريب

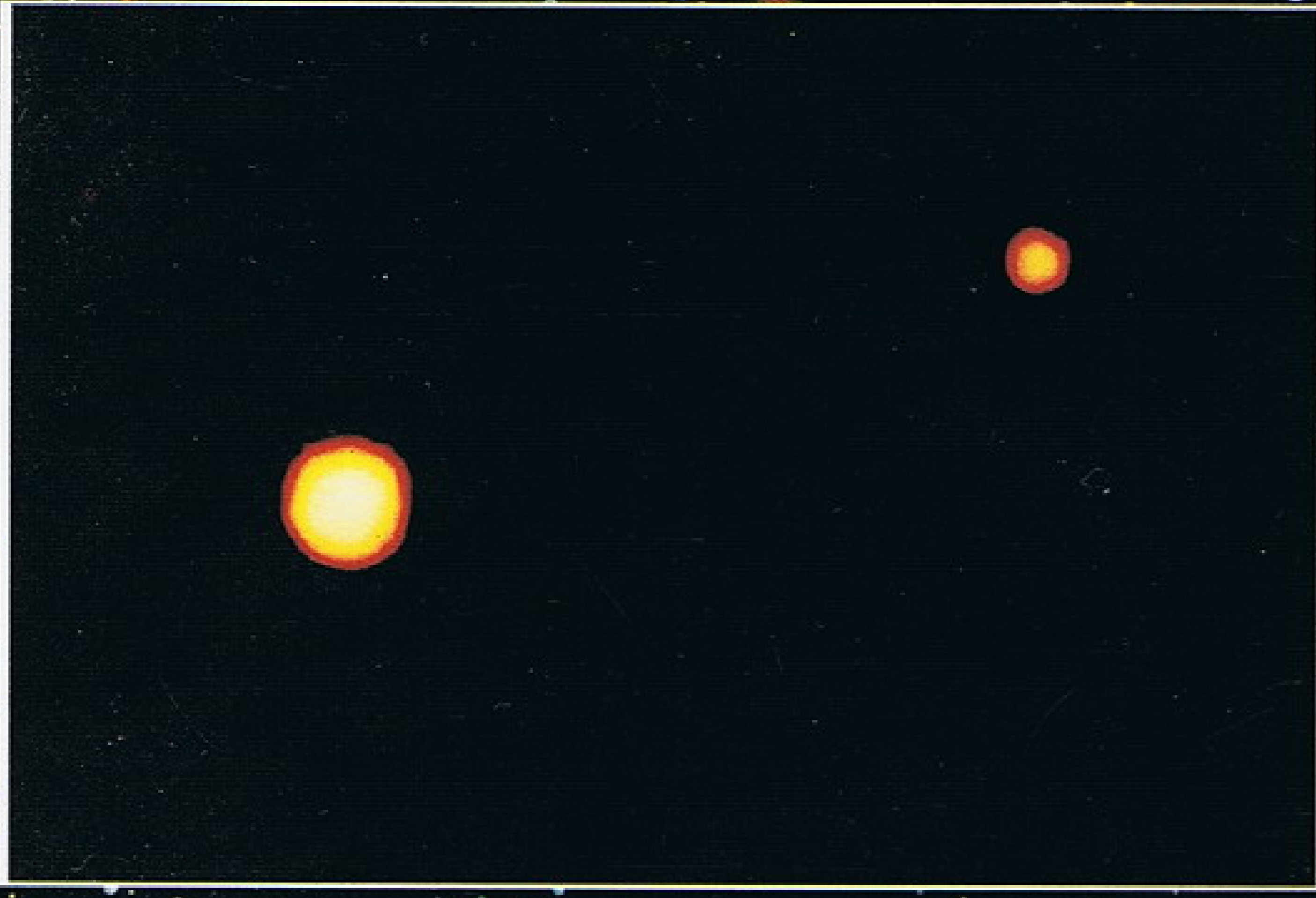
لكَوْكَبِ بلوتو قَمَرٌ يُسمّى تْشارُن مَدارُ تْشارُن قريبٌ جدًّا من بلوتو ممّا يَجعَلُ من بلوتو وتْشارُن كَوْكَبينِ مُزدوِجَينِ. تْشارُن أقربُ إلى بلوتو بِـ٢٠ مرّةً من قُرْبِ القَمَ إلى الأَرْضِ. وإذ يَدورُ أحدُهُما حول الآخرِ، يَبدوانِ وكأنّهما كلاهُما يَطيرانِ بحَرَكةٍ أُنشوطيّةٍ في مَدارِهِما حول الشَّمْسِ ذلك أنّ مَرْكَزَ الثِّقَلِ للكَوْكَبينِ يَقَعُ خارجَ كَوْكَبِ بلوتو (أعلاه).

سُطوع مُتغيِّر

إذ يَدورُ كلٌّ من بلوتو وتْشارُن أحدُهُما حول الآخرِ، فإنّهما يَمُرّانِ أحيانًا أمام أحدِهِما الآخرِ أو وراءَهُ. وقد لاحَظَ الفَلَكيّونَ، مُستخدِمينَ أجهِزةً شبيهةً بتلك المُستخدَمةِ في اكْتِشافِ حَلَقاتِ أورانوس (أُنظرْ ص ٢٠)، أنّ الضَّوْءَ الذي يَعكِسُهُ كلا الجِرْمَينِ يَتغيَّرُ عندما يَحدُثُ ذلك. وَجَدوا أنّ الضَّوْءَ منَ الكَوْكَبينِ يكونُ أَضألَ بكَثيرٍ عندما يَمُرُّ تْشارُن أمام بلوتو منه عندما يَمُرُّ بلوتو أمام تْشارُن. ويَعودُ السَّبَبُ في ذلك إلى الظِّلِّ الذي يُلقيه تْشارُن عند مُرورِهِ أمام بلوتو وإلى أنّ سَطْحَ تشارُن أشدُّ قَتامةً من سَطْحِ بلوتو (أعلاه).

صورة تِلِسكوب هابِل الفَضائيّ

لتقَطَ تِلِسكوب هابِل الفَضائيّ صوَرًا تُري بوضوح لوتو وتْشارُن بمَدارَيهِما المُتجاوِرَين (إلى اليسار). يُعتقَدُ أنّهما كِلَيهما مُرقَّطانِ بالفُوّهاتِ، أو الحُفَرِ. لوتو وتْشارُن صغيرانِ جدًّا إذا ما قيسا بالكواكِبِ لغازيّةِ العِمْلاقةِ، حتّى إنّ بعضَ العُلماءِ يَعتقِدونَ أنّ مذينِ الجِرْمَينِ هما في الواقعِ كُوَيْكِبانِ سَيّارانِ لا كوْكَبينِ.



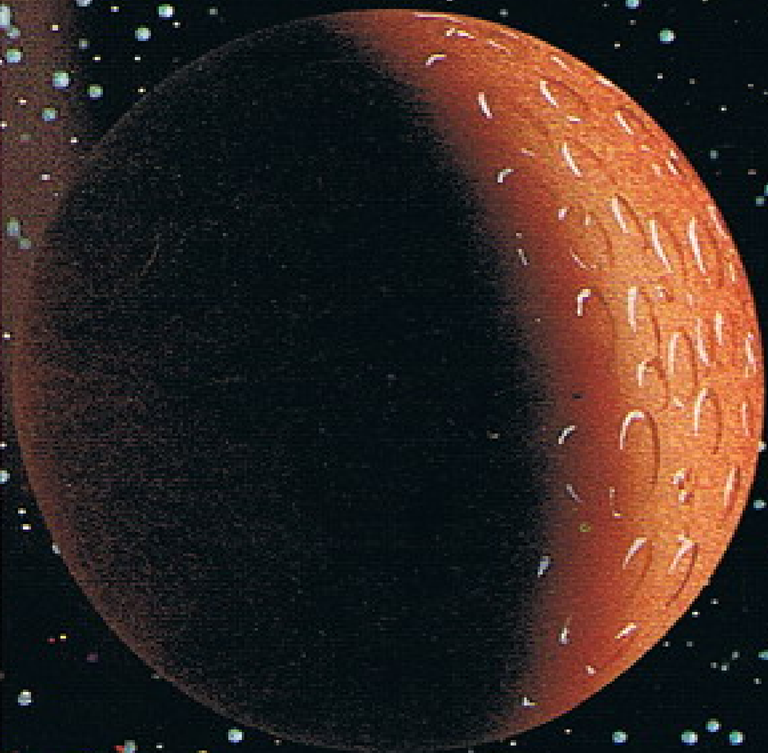
مَدار مائل

يكونُ پلوتو في الجانبِ الأكبرِ من مَدارِهِ حول الشَّمْسِ والذي يَدومُ ٢٤٨,٥ سنة أبعدَ الكَواكِبِ عن الشَّمْسِ. على أنّ شَكْلَ مَدارِهِ يَجعَلُهُ يَقطَعُ مَدارَ نپتون مدّةَ ٢٠ سنةً يكونُ في أثنائِها أقربَ منه إلى الشَّمْسِ.



منَ السَّطْح

إذا وَقَفْتَ على سَطْحِ پلوتو تَرصُدُ تْشارُن، قد يَبدو لك هائلَ الحَجْمِ - أكبرَ بأربعِ مرّاتٍ ممّا يَبدو لك القَمَرُ منَ الأَرْض (إلى اليسار). وتَبدو لك الشَّمْسُ أصغرَ بكثيرٍ ممّا تَبدو لك من الأَرْضِ. وحول پلوتو أيضًا جَوٌّ رقيقٌ قد يَحتَوي على غازِ الميثان وعلى غازِ النِّتروجين أيضًا. لسَطْحِ الكَوْكَبِ، بفِعْلِ وجودِ الكَربونِ، لونٌ أحمرُ ورديٌّ، وتُغطّي مِنْطَقتَيهِ القُطْبيّتَينِ طَبَقةٌ منَ الميثان المُتجمِّدِ.



الكُوَيْكِبات السيّارة

في النِّظامِ الشَّمْسيِّ كُتَلٌ لا حَصْرَ لها منَ الصَّخْرِ والجَليدِ، تَعودُ في معظمِها إلى الزَّمَنِ الذي تَشكَّلَ فيه ذلك النِّظام. تُسمّى تلك الشَّظايا في معظمِها كُوَيْكِباتٍ، والعديدُ من هذه الكُوَيْكِباتِ تَدورُ حول الشَّمْسِ في مَدارٍ يَقَعُ بين كَوْكَبَي المِرّيخِ والمُشْتَري. لا يُرى أيٌّ من تلك الكُوَيْكِباتِ بالعَيْنِ المُجرَّدةِ، لكن يُمكِنُ رَصْدُ بعضِ الكُوَيْكِباتِ الكبيرةِ بمِنْظارٍ أو بتِلِسكوبٍ كبيرٍ.

صُخور بأَشْكال غير مُنتظِمة

تُري هذه الصّورةُ لكُوَيكِبِ آيْدا (أدناه) أنّ الكوَيْكِباتِ تكونُ بأَشْكالٍ غيرِ مُنتظِمةٍ. ومع أنّ بعضَها أقربُ إلى الاسْتِدارةِ، فإنّ العديدَ منها بأَشْكالٍ عَشْوائيّةٍ.



فَجوةُ كيركْوُد

مَجْموعتا تْروجان

مَدارُ المُشْتَري

مَدارُ المِرّيخ

الشَّمْس

كُوَيْكِبات في مَدار

الكُوَيْكِباتُ في معظمِها تَدورُ حول الشَّمْسِ في مَدارٍ يَقَعُ بين المِرّيخِ والمُشْتَري، على بُعْدٍ يَتراوَحُ بين ٣٠٠ و٦٠٠ مليون كم عن الشَّمْسِ (إلى اليسار). في هذه المِنْطَقةِ التي تُسمّى حِزامَ الكُوَيْكِباتِ مَناطِقُ يَقِلُّ فيها نِسْبيًّا عَدَدُ الكُوَيْكِباتِ. وهذه تُعرَفُ باسْمِ فَجَواتِ كيركْوُد باسْمِ مُكتشِفِها، الفَلَكيُّ الأميركيُّ دانيال كيركْوُد. كذلك عندنا مَجموعتانِ منَ الكُوَيْكِبات تَدورانِ حول الشَّمْسِ في مَدارِ المُشْتَري نَفْسِهِ تُعرَفانِ باسْمِ مَجموعتَي تْروجان.

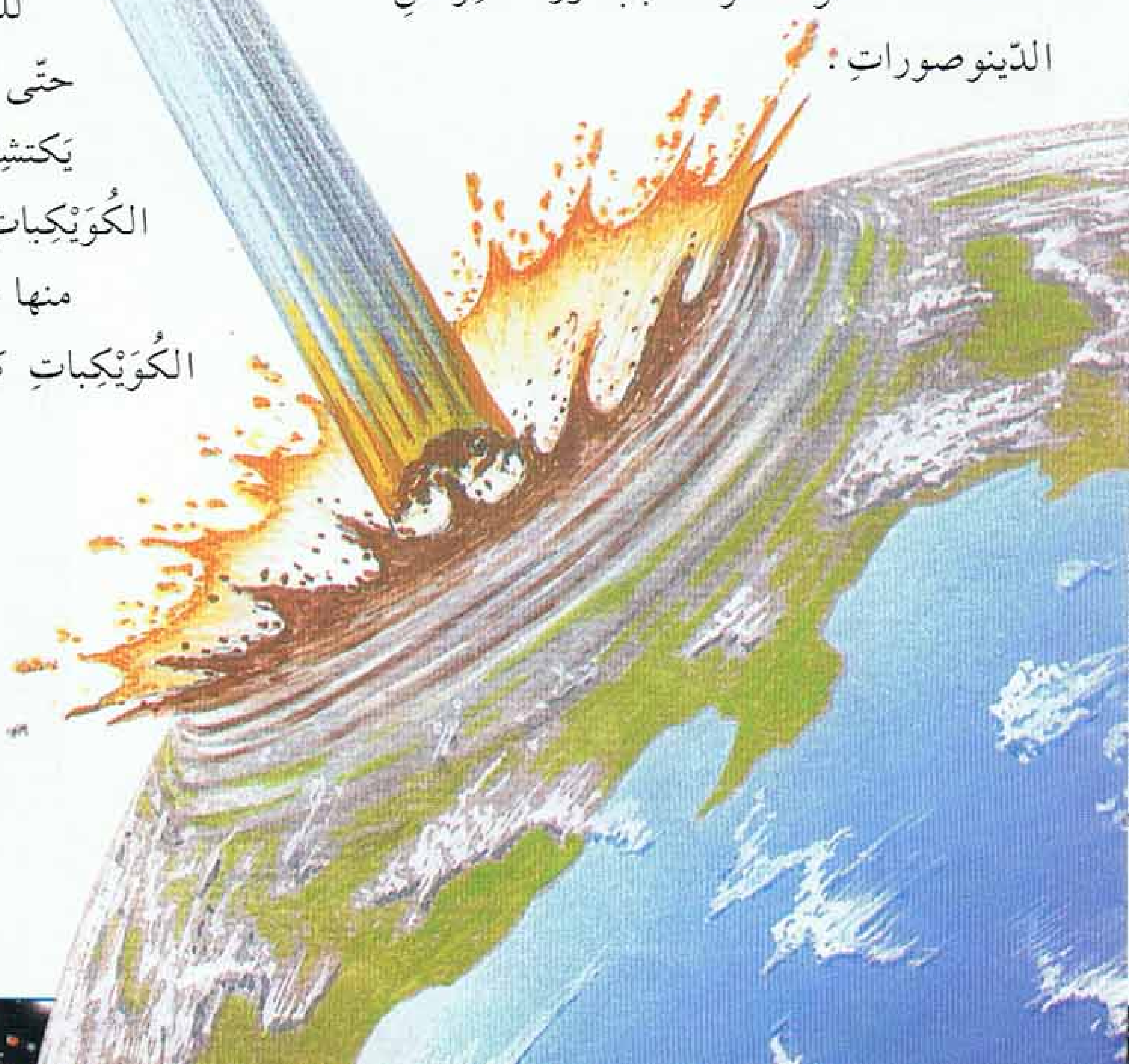


خطوط في السماء

يَصعُبُ كثيرًا رَصْدُ الكُوَيْكِباتِ لصِغَرِ حَجْمِها البالغِ ودُكْنتِها الشَّديدةِ. يَحتاجُ المَرْءُ إلى مُعدّاتٍ بالغةِ الحساسيّةِ لمُتابَعةِ حَرَكتِها في السَّماءِ. تَظهَرُ الكُوَيْكِباتُ في الصُّوَرِ أو في الصُّوَرِ الإلكترونيّةِ على شَكْلِ خُطوطٍ عبر خَلْفيّةٍ من نُجوم مُستقِرّةٍ (خَطٌّ أزرقُ، إلى اليسار). يَدرُسُ الفَلَكيّونَ هذه الخُطوطَ فيَعرِفونَ مَدارَ الكُوَيْكِبِ وحَجْمَه.

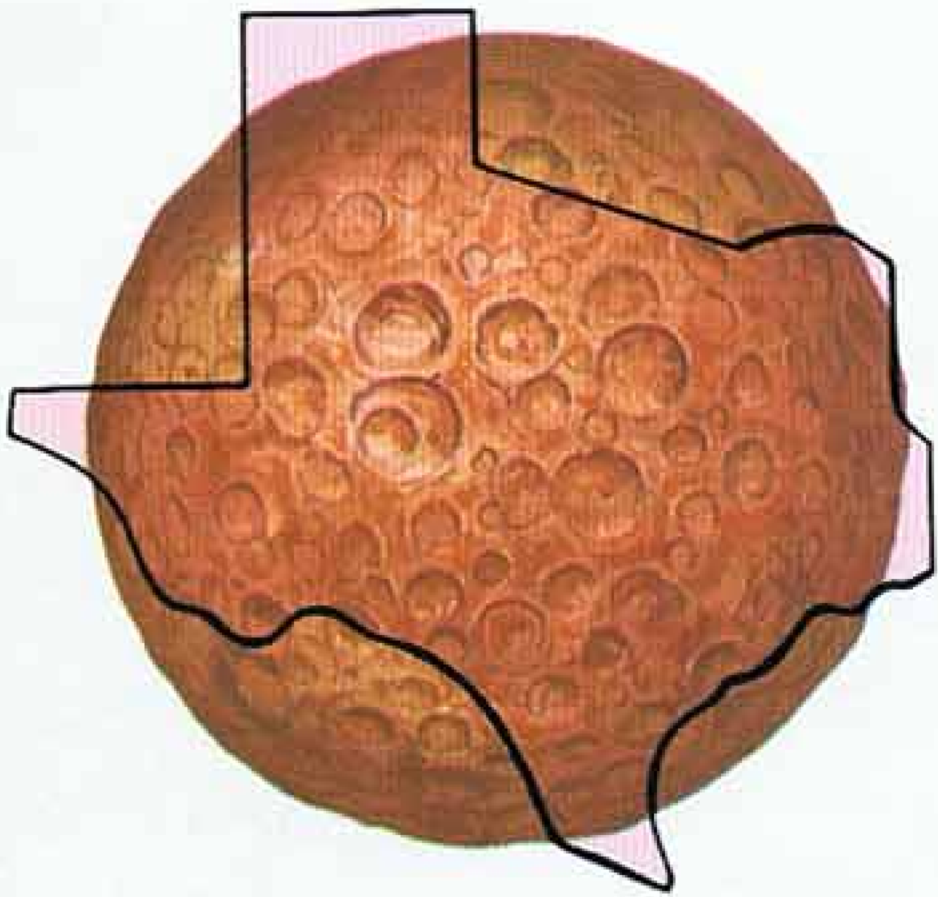
صَدْمة قويّة

إلى جانبِ كُوَيْكِباتِ مَجموعتَي تْروجان وتلك التي في حِزامِ الكُوَيْكِباتِ فإنّ عَدَدًا منَ الكُوَيْكِباتِ تَمُرُّ في مَدارِ الأَرْضِ. والأَرْضُ، كغيرِها منَ الكَواكِبِ، تَحمِلُ آثارَ صَدَماتٍ عدّةٍ تَرَكَها سُقوطُ عدَدٍ من تلك الأَجسامِ عليها (أدناه). من أمثلةِ ذلك الفُوَّهةُ الكبيرةُ المَحفورةُ في ساحلِ المكسيك. وقد يكون الاِصْطِدامُ الذي خَلّفَ تلك الفُوَّهةَ هو السَّبَب وراءَ انْقِراضِ الدّينوصوراتِ.



سيريز

أكبرُ الكُوَيْكِباتِ المَعروفةِ كُوَيْكِبُ سيريز الذي يَبلُغُ اتّساعُهُ نحوَ ٩٣٣ كم، أي بعَرْضِ ولايةِ تكساس الأميركيّةِ. يُعتقَدُ أنّ كُوَيْكِبَ سيريز يَشتمِلُ على ما بين رُبْعِ الكُتْلةِ الإجماليّةِ للكُوَيْكِباتِ وثُلْثِها. إكْتشَفَ الفَلَكيّونَ حتّى الآن نحوَ ٧٠٠٠ كُوَيْكِبٍ، وهم يَكتشِفونَ الجديدَ منها شهرًا بعد شهرٍ. منَ الكُوَيْكِباتِ ٢٦ كُوَيْكِبًا فقط يَزيدُ اتّساعُ الواحدِ منها على ٢٠٠ كم، وقد وَجَدَ الفَلَكيّونَ الكُوَيْكِباتِ كلَّها التي يَزيدُ اتّساعُها على ١٠٠ كم.



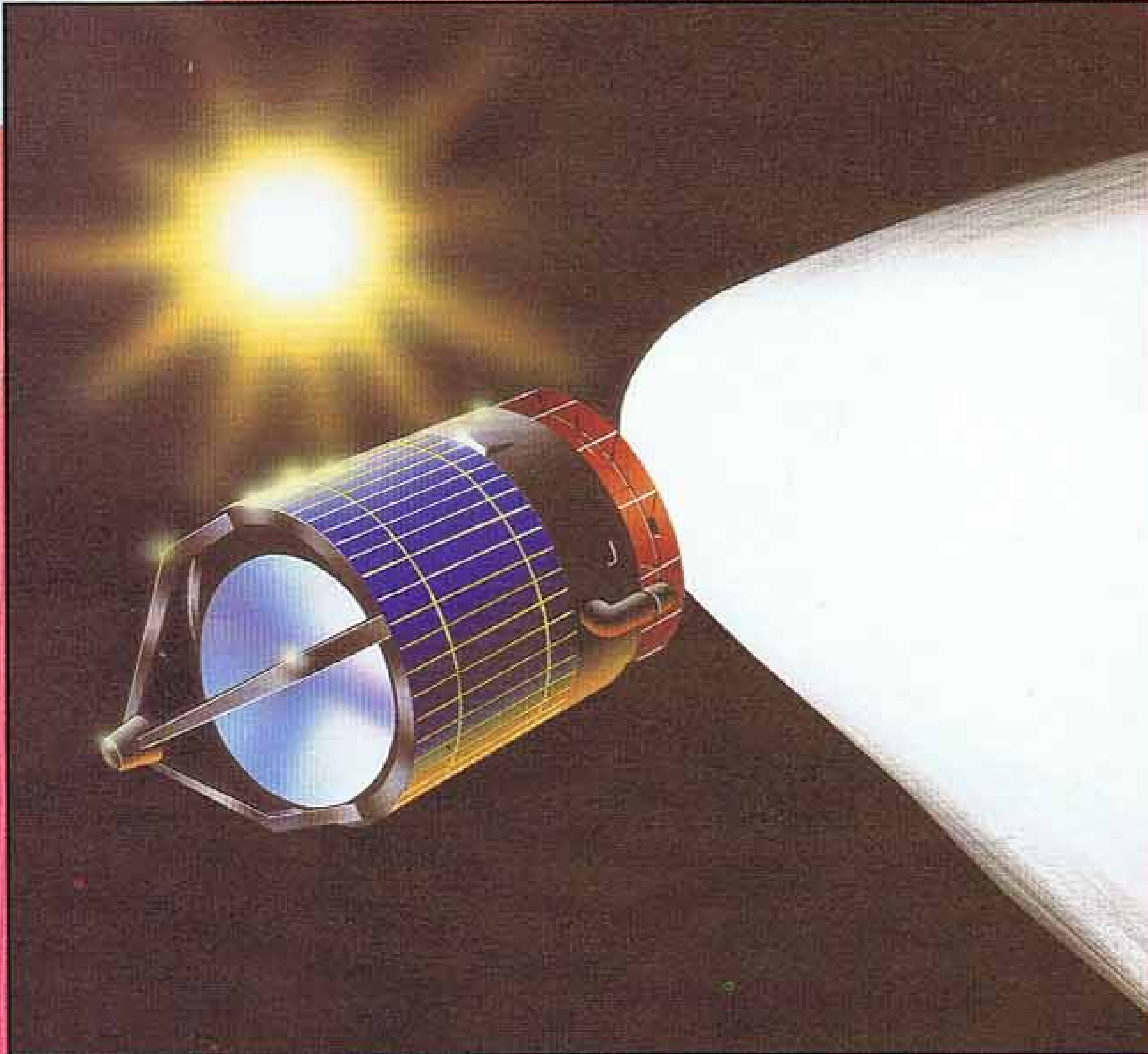


اِلْتقَطَ سابِر الفَضاء جِيوتو صوَرًا لنَواةِ مُذنَّبِ هالي في خلال لقائه القصير معه. تُري هذه الصّورة (إلى اليسار) نَواةَ المُذنَّب وهي تَقذِفُ دَفَقاتٍ منَ الغازِ والغُبارِ، والتي تُسخِّنُها حرارةُ الشَّمْس حتّى الغَلَيان.

نَنَب غازيّ

الـمُذنَّبات

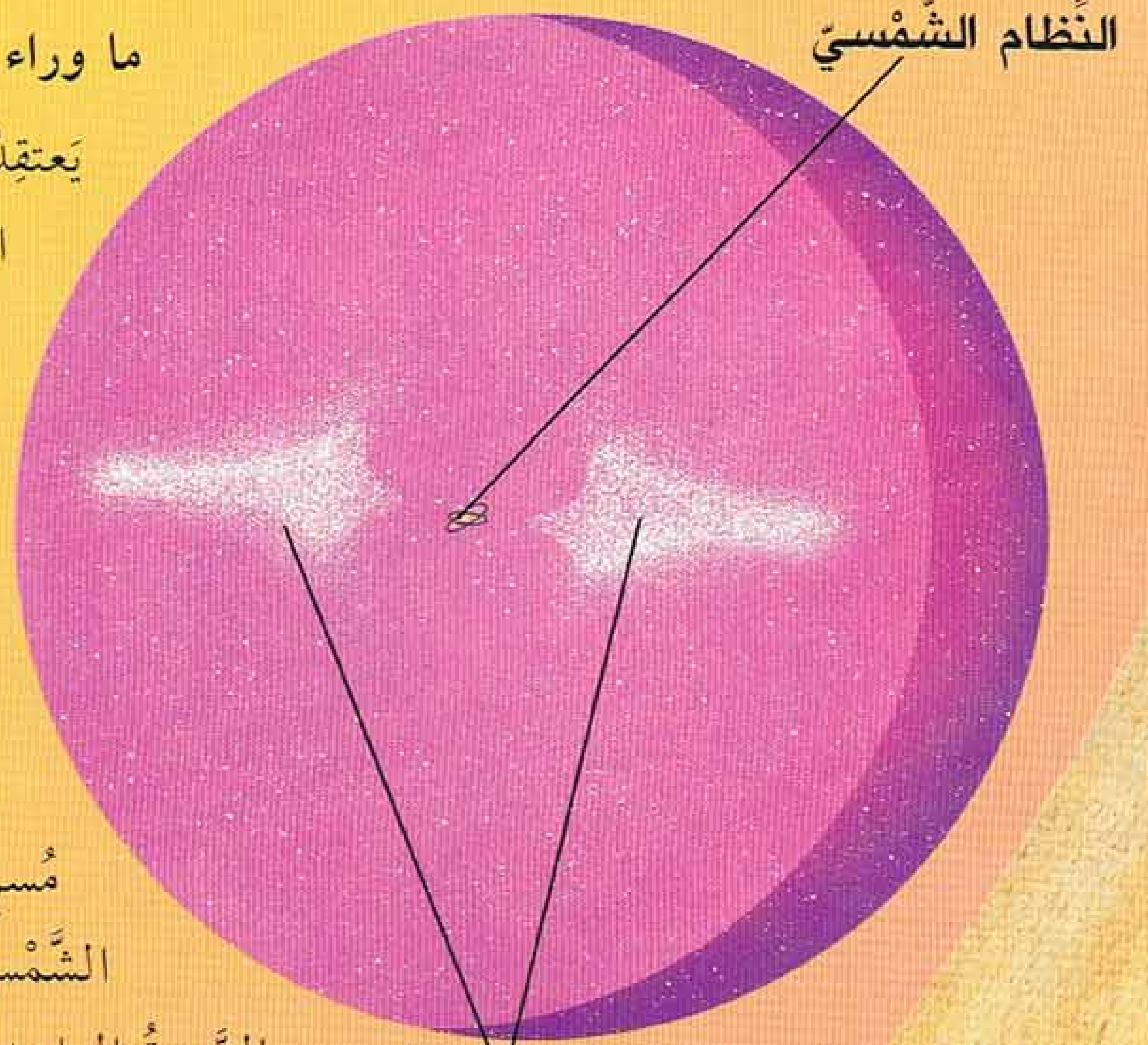
المُذنَّباتُ أَجسامٌ جَليديّةٌ صغيرةٌ تَدورُ حول الشَّمْسِ، وهي، كما يَدُلُّ اسْمُها، ذاتُ ذَنَبٍ يَنسحِبُ وراءَها. بإمْكانِكَ أن تَرصُدَ ذَنَبَها يَمتَدُّ في الفَضاءِ على مَدى بِضعةِ أسابيعَ إذ تَقترِبُ منَ الشَّمْسِ، ثمّ تَراهُ يَخفُتُ إذ تَرتدُّ إلى الفَضاءِ. مُذنَّباتٌ عديدةٌ تَعودُ في فَتَراتٍ مُنتظِمةٍ. مُذنَّبُ هالي يَعودُ بصورةٍ تَقْريبيّةٍ كلَّ ٧٦ سنةً.



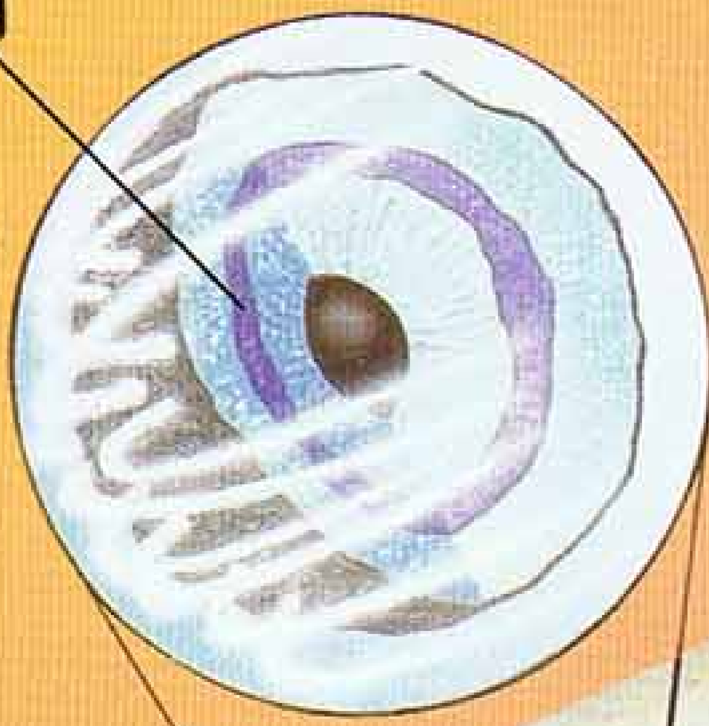
عندما اقْتَرَبَ مُذنَّبُ هالي في العام ١٩٨٦ منَ الشَّمْس، أُطلِقَتْ سَوابِرُ عدّة لتَفحُّصه. منها سابِر جِيوتو (إلى اليسار)، الذي اقْتَرَبَ من نَواةِ المُذنَّب إلى مسافة تَبعُدُ عنه ٥٩٦ كم فقط.

ما وراء النِّظام الشَّمْسيّ

يَعتقِدُ الفَلَكيّونَ أنّ المُذنَّباتِ تأتي من مَناطِقَ في الفَضاءِ خارجَ النِّظامِ الشَّمْسيِّ ندعوها سَحابةَ أورْت (إلى اليمين). ويُعتقَدُ أنّ سَحابةَ أورْت هذه تَشتمِلُ على ١٠٠ بليون جِسْمٍ مُذنَّبيٍّ، يَفصِلُ بين بعضِها البعضِ ملايينُ الكيلومتراتِ. هذه الأَجسامُ قد تَنحرِفُ صُدْفةً وتَتصادَمُ بعضُها ببعضٍ، أو بفِعْلِ الجاذبيّةِ التي يُولِّدُها نَجْمٌ عابِرٌ، فتَندفِعُ مُسرِعةً صَوْبَ الشَّمْسِ. عندما تَتحرَّكُ صَوْبَ الشَّمْسِ، تَقَعُ في مَدارٍ طويلٍ جدًّا قد تستغرِقُ الدَّورةُ الواحدةُ منه ألوفَ السِّنينَ.



ذَنَب غُباريّ



إشعاعات
شَمْسيّة

نَواة

أَذْناب

عندما يَقترِبُ مُذنَّبٌ منَ الشَّمْسِ - داخلَ مَدارِ المُشْتري - تُسخِّنُهُ الإشعاعاتُ الشَّمْسيّةُ. فيَغلي الجَليدُ المُتجمِّدُ على سَطْحِهِ وينقذِفُ مُشكِّلًا الرَّأسَ، أو ما يُسمّى ذُؤابةَ المُذنَّبِ، وذَنَبينِ مَرْئيَّينِ، أبيضَ وأزرقَ. الذَّنَبُ الأبيضُ المُنحَني يَتشكَّلُ من جُسَيْماتِ الغُبارِ، والذَّنَبُ الأزرقُ يَتشكَّلُ من جُسَيماتِ الغازِ (إلى اليسار).

القَمَر

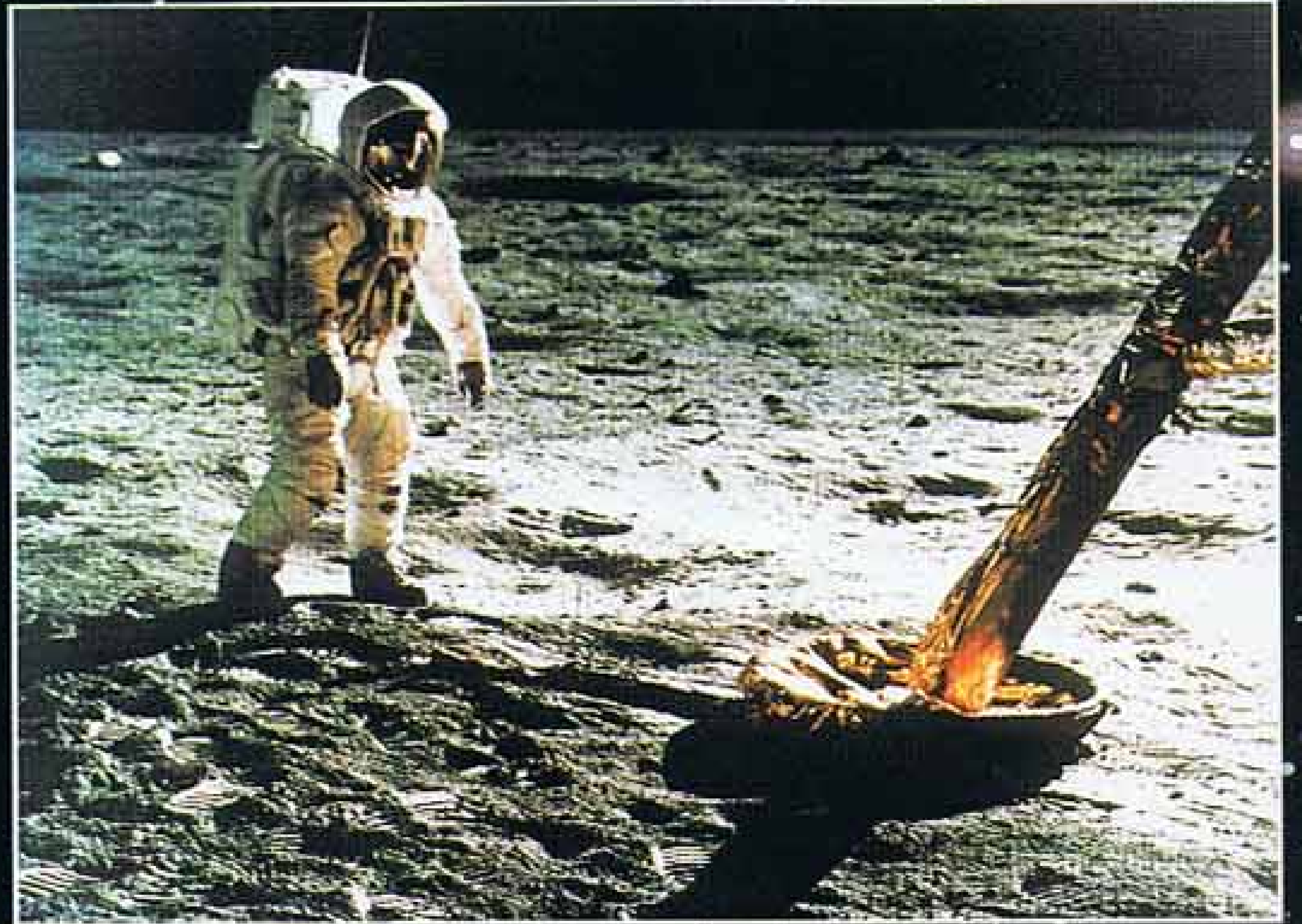
عندما تنظُرُ إلى القَمَرِ تَرى بضعةَ مَعالِمَ ضبابيّةٍ غيرِ واضحةٍ على قُرْصٍ فِضّيٍّ ساطِعٍ. لكنْ مهما أَمعَنْتَ النَّظَرَ في القَمَرِ لن تَرى إلّا جانبًا واحدًا منه. ذلك أنّ الوقتَ الذي يَستغرِقُهُ القَمَرُ في التَّدويمِ حول نَفْسِهِ مرّةً واحدةً هو الوقتُ عينُهُ الذي يَستغرِقُهُ في دَوَرانِهِ حول الأَرْضِ.

وجهُ القَمَر

وجهُ القَمَرِ مُغطًّى بفُوّهاتٍ ومَناطِقَ داكِنةٍ نُسمّيها بِحارًا (إلى اليسار). بِحارُ القَمَرِ هي سُهولٌ واسِعةٌ تفجّرَتْ فيها الحُمَمُ البُركانيّةُ من باطِنِ القَمَرِ وغَطّتْ مَعالِمَ سَطْحِهِ.

اِستِكشافُ القَمَر

حَطّتْ على سَطْحِ القَمَرِ بين العام ١٩٦٩ والعام ١٩٧٢ ستُّ عَرَباتٍ فَضائيّةٍ عُرِفَتْ باسْمِ أبولّو حامِلةً معها روّادًا (إلى اليمين). وفي خلالِ هذه الفَترةِ مَشى على وجهِ القَمَرِ ١٢ رَجُلًا. على أنّه أَمكَنَ الحُصولُ بواسطةِ عَرَباتٍ فَضائيّةٍ غيرِ مأهولةٍ على مَزيدٍ منَ المَعلوماتِ. ولقد تبيّنَ مؤخّرًا منَ المَعلوماتِ التي زَوّدَنا بها سابِرٌ فَضائيٌّ أنّ في القَمَرِ ماءً، مُحتجِبًا في فُوّهاتٍ في القُطْبَينِ حيث لا تَصِلُ الشَّمْسُ.





أَثَرُ قَدَم بسيط

اِطبَعْ في قليلٍ منَ الرَّمْلِ أثَرًا لقَدَمِكَ خارجَ المنزلِ، وراقِبْ ما يَحدُثُ في خلالِ بضعةِ أيّامٍ أو أسابيعَ. عندما تُمطِرُ السَّماءُ وتَهُبُّ الرِّياحُ، يَبدأُ أَثَرُ القَدَمِ بفِقْدانِ معالِمِهِ تدريجًا إلى أن يَختفيَ تمامًا. على سَطْحِ القَمَرِ ستَظَلُّ آثارُ الأَقدامِ التي خلَّفَها روّادُ الفَضاءِ عالِقةً ملايينَ السِّنينَ (أعلاه إلى اليسار)، ذلك أنّه ليس للقَمَرِ جَوٌّ وليس فيه بالتّالي طَقْسٌ.

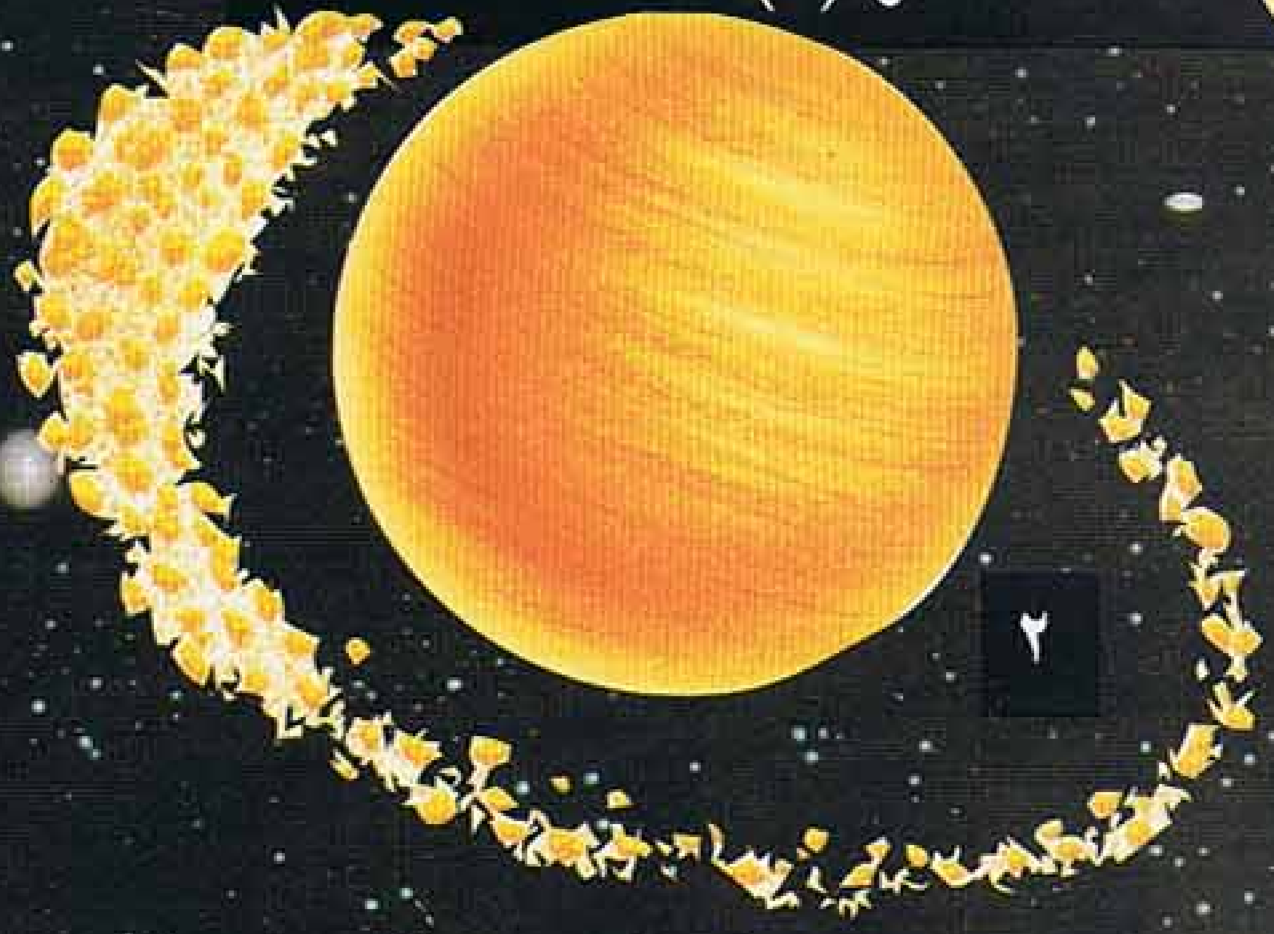


أكثرُ النَّظَريّاتِ شُيوعًا حول تَشكُّلِ القَمَرِ هي تلك التي تَقولُ بأنّ جِسْمًا هائلًا اصْطدَمَ بالأَرْضِ (١). نَتَجَ عنه رُكامٌ كثيفٌ انْقذَفَ بفِعْلِ الاِصْطِدامِ إلى مَدارٍ في الفَضاءِ (٢). ثمّ تَكتَّلَ هذا الرُّكامُ مُشكِّلًا القَمَرَ (٣).

نَظَريّاتُ القمر

نَشأَتْ حول تَشكُّلِ القَمَرِ على هذا القُرْبِ منَ الأَرْضِ نَظَريّاتٌ منها ثلاثٌ رئيسيّةٌ. تَقولُ الأولى إنّ القَمَرَ تَشكَّلَ نتيجةَ اصْطِدامِ جِرْمٍ بالأَرْضِ (أُنظُرْ أعلاه إلى اليمين). وتقول الثانية إنّ القمر تَشكَّلَ مُستقِلًّا عن الأَرْضِ وفي الوقتِ الذي تَشكَّلَتْ فيه، من قُرصٍ منَ الرُّكامِ حول الأَرْضِ بالطَّريقةِ عَيْنِها التي تَشكَّلَتْ بها الكَواكِبُ حول الشَّمْسِ عند تَكوُّنِ النِّظامِ الشَّمْسيِّ.

وتَقولُ النَّظَريّةُ الثّالثةُ إنّ القَمَرَ تَشكَّلَ في مَوْضِعٍ آخَرَ في النِّظامِ الشَّمسيِّ، ثمّ أَسَرَتْهُ الأَرْضُ بفِعْلِ مَجالِ جاذِبيّتِها. على أنّ هذه النَّظَريّةَ الثّالثةَ بعيدةُ الاِحْتِمالِ للغايةِ.





التَّوابِـع

لا تَرى منَ التَّوابِـعِ الطَّبيعيّةِ بالعَيْنِ المُجرَّدةِ إلّا القَمَرَ الذي يَدورُ حول الأَرْضِ. لكنّ للعديدِ منَ الكَواكِبِ في النِّظامِ الشَّمْسيِّ تَوابِـعَ خاصّةٌ بها - ما عدا عُطارِدُ والزُّهْرةُ فلَيس لأيٍّ منهما تابِعٌ.

لا يَعدو بعضُ هذه التَّوابِـعِ كَوْنَهُ كُتَلًا صَخْرِيّةً يَزيدُ حَجْمُها قليلًا على حَجْمِ الكُوَيْكِباتِ. وبعضُها الآخرُ عَوالِـمُ قائمةٌ بذاتِها، وفي بعضِها ظُروفٌ يُمكِنُ أن تؤوي أشكالًا منَ الحياةِ بدائيّةً.

القَمَر

قَمَرُنا بقُطْرِهِ الذي يَبلُغُ ٣٤٧٦ كم هو واحدٌ من أكبرِ التَّوابِعِ في نِظامِنا الشَّمْسيِّ (إلى أعلى). وهو أقربُ رفيقٍ إلى الأَرْضِ في الفَضاءِ. ولأنّه على هذا القُرْبِ منّا فقد أتاحَ لنا عالَمًا مُختلِفًا نَدرُسُهُ ونَستكشِفُهُ على بُعْدِ خُطُواتٍ منّا، نِسْبيًّا.

ميماس

دايون

كاليسْتو

تَوابِعُ زُحَل

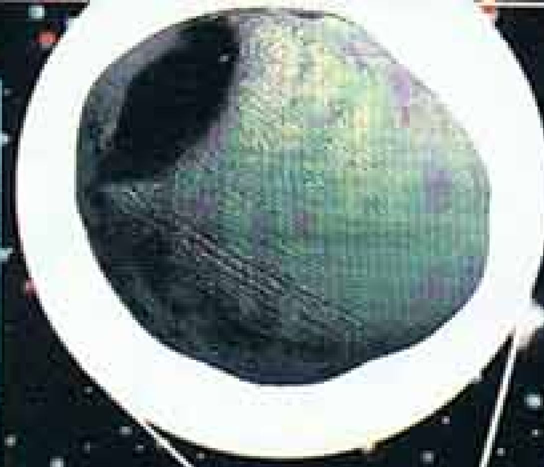
لكَوْكَبِ زُحَلَ ما يَزيدُ على ٢٠ تابِعًا، بما فيها دايون وميماس (إلى اليمين وأعلاه). ميماس تابِعٌ صغيرٌ جَليديٌّ فيه العديدُ منَ الفُوَهاتِ، ويَبلُغُ قُطْرُ إحداها ١٣٠كم - نحو ثُلْثِ قُطْرِ التّابِعِ! سَطْحُ التّابِعِ دايون مُغطًّى بأَخاديدَ واسعةٍ، ولتيتان، وهو تابِعٌ آخرُ لزُحَلَ، جَوٌّ يتشكّلُ منَ النّتروجين والأَرْجون والميثان.

تَوابِعُ المُشْتَري

للمُشْتَري ما لا يَقِلُّ عن ١٦ تابِعًا. الأربعةُ الأكبرُ بينها، وهي آيو، أوروبا، جانيميد، كاليسْتو، تُسمّى التّوابِـعَ الغاليليّةَ نسبةً إلى الفَلَكيِّ غاليليو الذي كان أوّلَ من رآها، وكان ذلك في العام ١٦١٠. التّابِعُ جانيميد (إلى اليمين) جَليديٌّ تَنتشِرُ على سَطْحِهِ الفُوَهاتُ. وللتّابِعِ كاليسْتو (أعلاه إلى اليمين) سَطْحٌ أملسُ منَ الجَليدِ والماءِ السّائلِ، وتحت ذلك السَّطْحِ قد يكونُ مَوجودًا شَكْلٌ من أشكالِ الحياةِ. أمّا سَطْحُ آيو فتَنتَشِرُ فيه البَراكينُ (أُنظُرْ إلى اليسار).

فوبوس وديموس

للمِرّيخِ تابعانِ صغيرانِ هما فوبوس وديموس (إلى اليسار). طولُ فوبوس، وهو الأكبرُ، ٢٧ كم، وطولُ ديموس ١٥ كم. هذانِ التّابعانِ هما كُتْلتانِ صَخْرِيّتانِ غيرُ مُنتظِمتَينِ تَملَؤهُما القُوَهاتُ، ويُحتمَلُ أنّهما كُوَيْكِبانِ أَسَرَهُما المِرّيخُ بفِعْلِ جاذِبيّتِه. وكلاهُما يَدورانِ حول الكَوْكَبِ في مَدارٍ قريبٍ وبِسُرعةٍ كبيرةٍ فيَطلُعانِ ويَغيبانِ مرّتَينِ في يومِ المِرّيخِ.



فوبوس

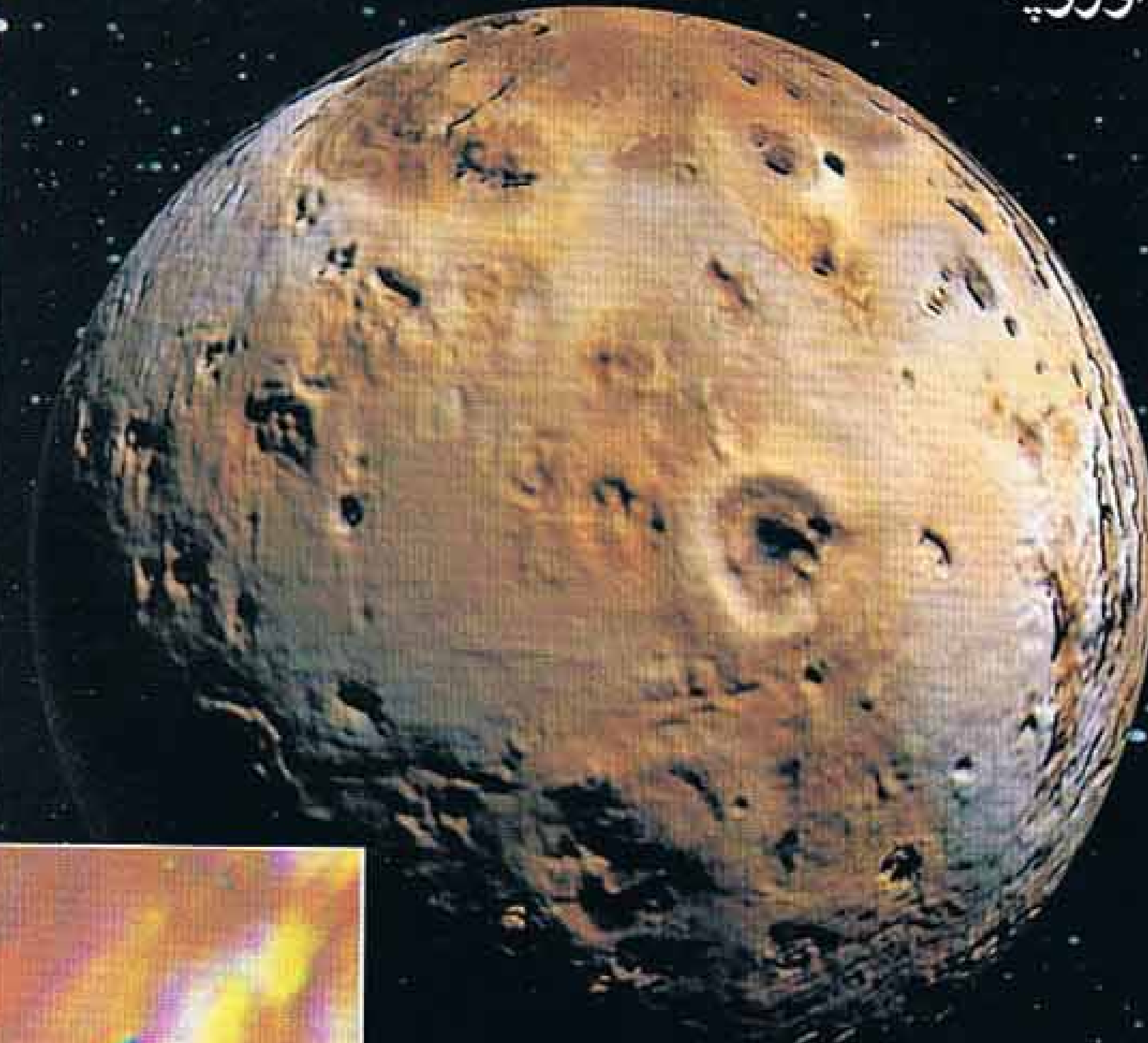


ديموس

أكبر ٣٥ تابعًا

التّابع (الكَوْكَب)	القُطْر (كم)
جانيميد (المُشْتَري)	٥٢٦٨
تيتان (زُحَل)	٥١٥٠
كاليسْتو (المُشْتَري)	٤٨٠٦
آيو (المُشْتَري)	٣٦٤٢
القَمَر (الأرض)	٣٤٧٦
أوروپا (المُشْتَري)	٣١٣٠
تْرايْتون (نِپْتون)	٢٧٠٦
تيتانْيا (أورانوس)	١٥٧٨
رِيا (زُحَل)	١٥٢٨
أوبيرون (أورانوس)	١٥٢٢
آيِپيتوس (زُحَل)	١٤٣٦
تْشارُن (پلوتو)	١١٧٢
أُمْبريل (أورانوس)	١١٧٠
إيرْيَل (أورانوس)	١١٦٢
دايون (زُحَل)	١١٢٠
تيتِس (زُحَل)	١٠٦٠
إنكيلادُس (زُحَل)	٤٩٨
ميرانْدا (أورانوس)	٤٧٢
پْروتوس (نپتون)	٤١٨
ميماس (زُحَل)	٣٩٨
نيريد (نپتون)	٣٤٠
هايْپِرْيون (زُحَل)	٢٨٦
فيبي (زُحَل)	٢٢٠
لاريسا (نپتون)	١٩٢
أمالْثِيا (المُشْتَري)	١٨٨
هيمالْيا (المُشْتَري)	١٨٦
جالاتْيا (نپتون)	١٥٨
بَك (أورانوس)	١٥٤
دِسْپينا (نپتون)	١٤٨
سيكورَكْس (أورانوس)	١٢٠
إپيميثوس (زُحَل)	١١٤
جانوس (زُحَل)	١١٤
پورْتِيا (أورانوس)	١١٠
تيبي (المُشْتَري)	١٠٠
پروميثوس (زُحَل)	٩٢

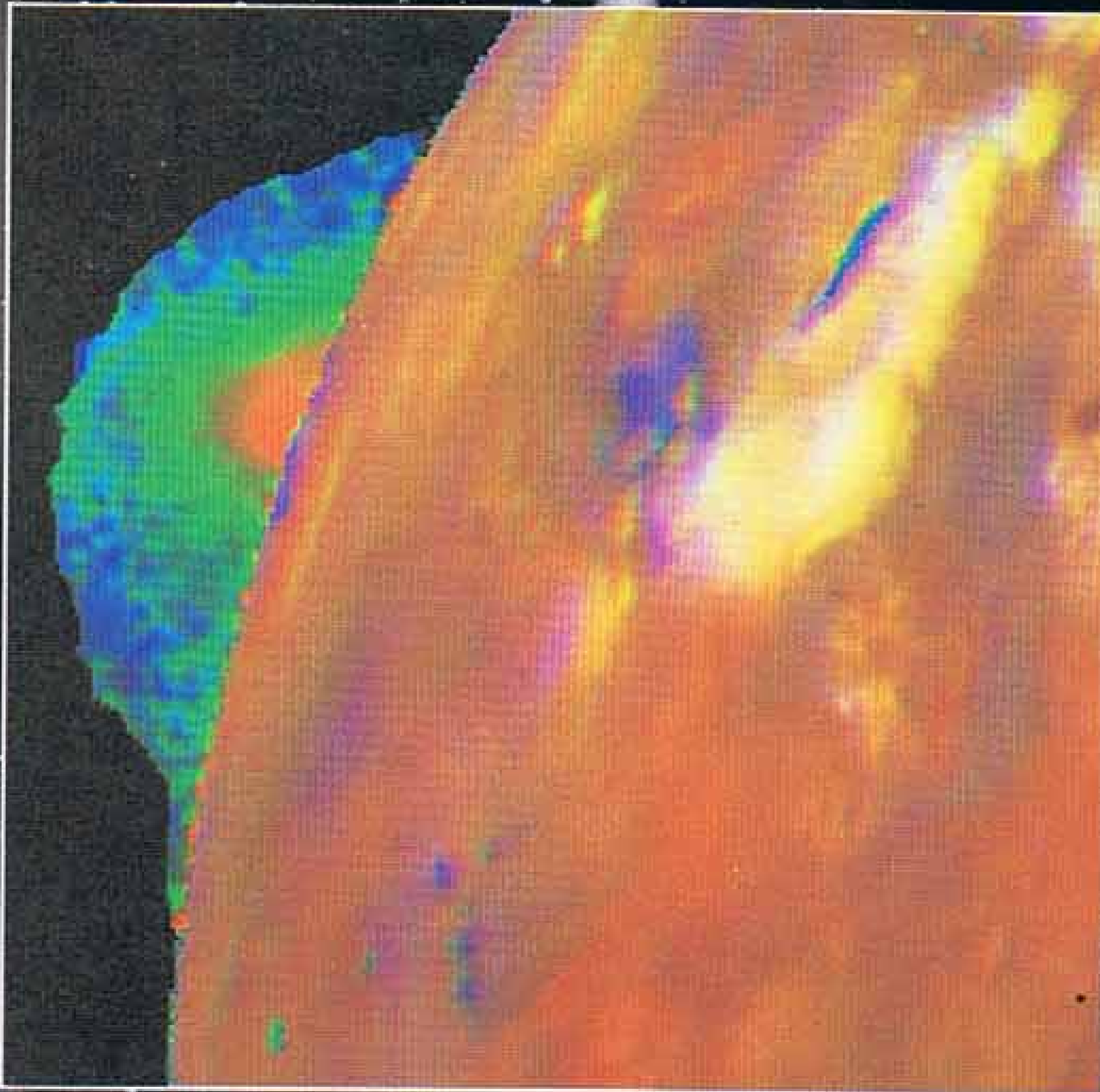
أوروپا



آيو

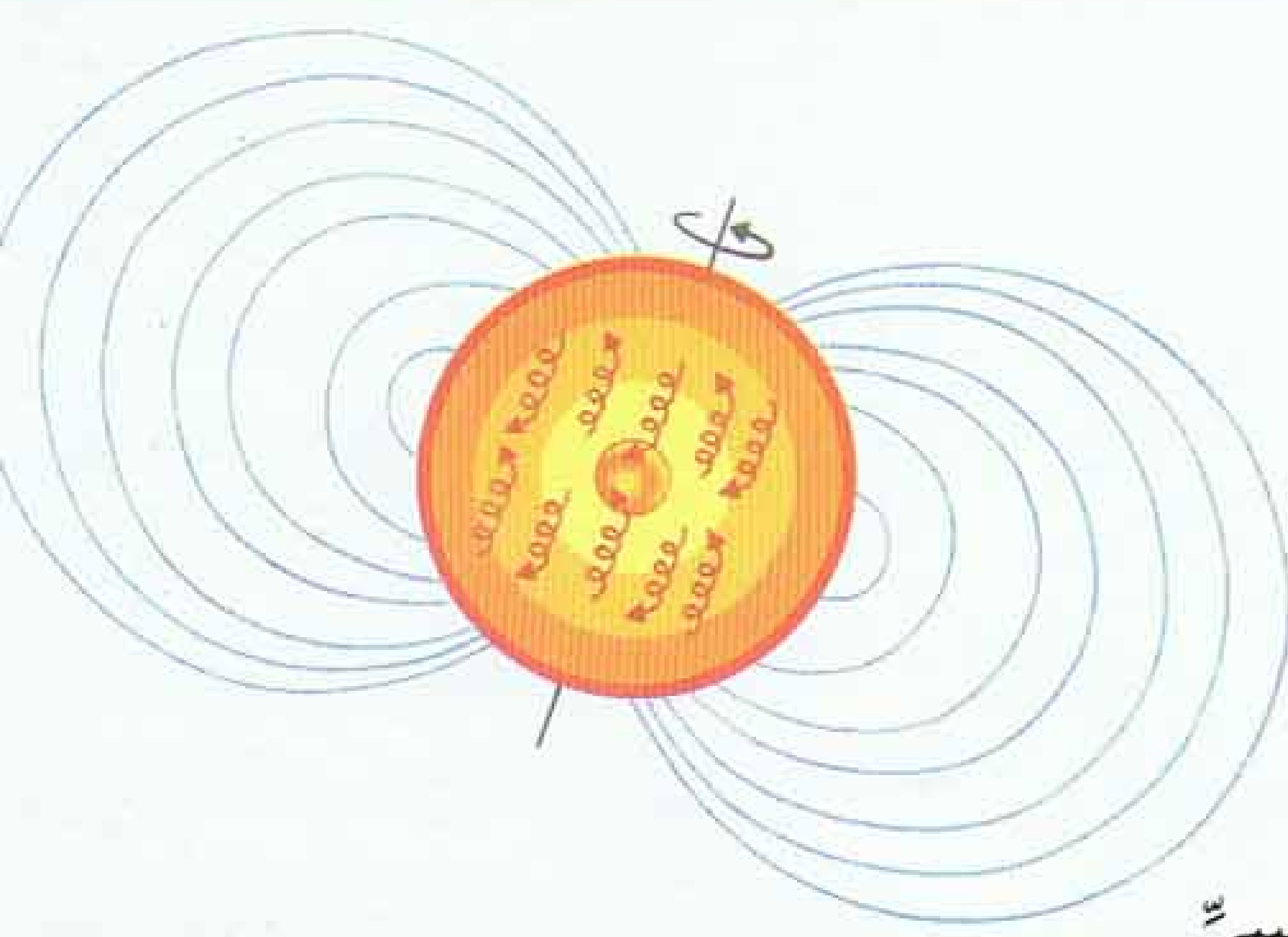
براكينُ في آيو

وَقَعَتْ عَرَبةُ الفضاءِ ڤويجَر ٢، عند مُرورِها قريبًا منَ التّابِعِ آيو في العام ١٩٧٩، على اكْتِشافٍ مُدهِشٍ. فقد الْتَقَطَتْ صوَرًا (إلى اليسار) لتَصعُّداتٍ صُهارِيّةٍ تَنقذِفُ فوق سَطحِ التّابِعِ إلى عُلُوِّ نحوِ ٣٠٠كم. وقد كان في ذلك الشّاهِدَ الأوّلَ على النَّشاطِ البُركانيِّ في كَوْكَبٍ غيرِ الأَرْضِ. وقد رأى الفَلَكيّونَ أنّ ذلك التابِعَ هو الجِرْمُ الأشدُّ نَشاطًا بُركانيًا في النِّظامِ الشَّمْسيِّ.



الشَّفَق القُطْبيّ والغِلاف المِغْنَطيسيّ

في باطِنِ الأَرْضِ، عميقًا تحت قَدَمَيكَ، مولِّدٌ هائلٌ يولِّدُ تيّاراتٍ كهربائيّةً يَنتِجُ عنها مَجالٌ مِغْنَطيسيٌّ قويٌّ هو المَعروفُ بالمَجالِ المِغْنَطيسيِّ للأَرْضِ. يَسهُلُ تَحرّي هذا المَجالِ، فما علينا إلّا أن نَنظُرَ إلى إبرةِ البوصَلةِ فنَجِدَها حيثما كنّا تُشيرُ إلى الشَّمالِ المِغْنَطيسيِّ. للكَواكِبِ الأُخرى مَجالٌ مِغْنَطيسيٌّ أيضًا، ولبعضِها مَجالٌ يَمتَدُّ تأثيرُهُ إلى ملايينِ الكيلومتراتِ.



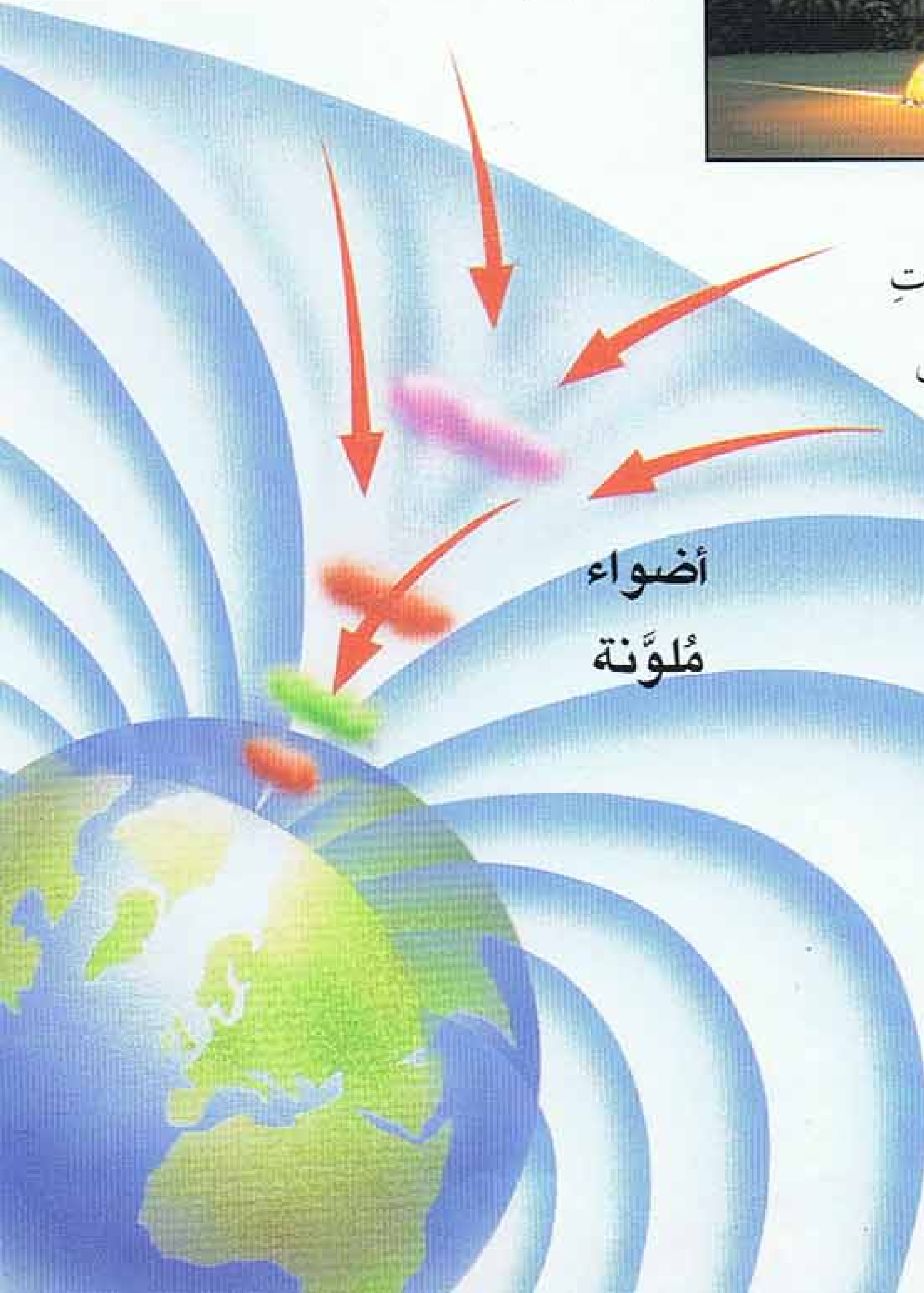
مولِّد هو الأَرْض

يَتشكَّلُ المَجالُ المِغْنَطيسيُّ للأَرْضِ عميقًا في باطِنِها، في الأجزاءِ المُنصهِرةِ من قَلْبِ كَوْكَبِنا الحديديِّ السّاخِنِ. في هذه الأجزاءِ، تولِّدُ دُوّاماتٌ في المَعْدِنِ المُنصهِرِ تيّاراتٍ كهربائيّةً، على نحوٍ أشبهَ بعَمَلِ مولِّدٍ كهربائيٍّ، وهذه تولِّدُ بدَوْرِها مَجالًا مِغْنَطيسيًّا (أعلاه).



أضواءُ السَّماء

في المَجالِ المِغْنَطيسيِّ للأَرْضِ دِرْعٌ واقيةٌ ضِدَّ الجُسَيماتِ التي تُطلِقُها الشَّمْسُ والمَعروفة بالرّياحِ الشَّمسيّةِ. وليس في إمكانِ تلك الجُسَيْماتِ الاقْتِرابُ منَ الأَرْضِ إلّا عند القُطْبَينِ. وإذ تُصيبُ الجوَّ هناك تَجعَلُ غازاتِهِ تَتوهَّجُ مولِّدةً اسْتِعراضًا بديعًا للألوانِ يُعرَفُ باسْمِ الشَّفَقِ القُطْبيِّ. وتَتوهَّجُ الغازاتُ المُختلِفةُ بمُستوياتِ ارْتِفاعٍ مُختلِفةٍ وبألوانٍ مُختلِفةٍ. على عُلُوِّ نحوِ ١٠٠٠ كم يَتوهَّجُ النّتروجينُ بلَوْنٍ بَنَفْسَجيٍّ، بينما يَتوهَّجُ الأُكسجينُ على عُلُوِّ نحوِ ٣٠٠ كم بلَوْنٍ أحمرَ (إلى اليسار).



غِلاف مِغْنَطيسيّ فائق

لِلمُشْتَري غِلافٌ مِغْنَطيسيٌّ هو الأقوى بين الكَواكِبِ كلِّها. يَتولَّدُ ذلك الغِلافُ بِفِعْلِ تيّاراتٍ كهربائيّةٍ تَجري في طَبَقاتِ باطِنِ الكَوْكَبِ، حيث يَعمَلُ الهِدْروجين عَمَلَ مَعادِنَ مُنصهِرةٍ. قوّةُ المَجالِ المِغْنَطيسيِّ لِلمُشْتَري أقوى بما يتراوَحُ بين ١٠ و٣٠ مرّةً من قوّةِ مَجالِ الأَرْضِ (إلى اليمين). المَجالُ المِغْنَطيسيُّ في الجانبِ المواجِهِ للشَّمْسِ يَجرِفُ الجُسَيْماتِ التي تَقذِفُها الشَّمْسُ والتي تُعرَفُ بالرّياحِ الشَّمْسيّةِ، لكنّه يَنضغِطُ نتيجةً لذلك. في الجانبِ البعيدِ مِنَ الشَّمْسِ، تَجرِفُ الرّياحُ الشَّمسيّةُ المَجالَ المِغْنَطيسيَّ في شَكْلِ ذَيْلٍ طويلٍ يَمتَدُّ حتّى ليَصِلَ أحيانًا إلى مَدارِ زُحَل.

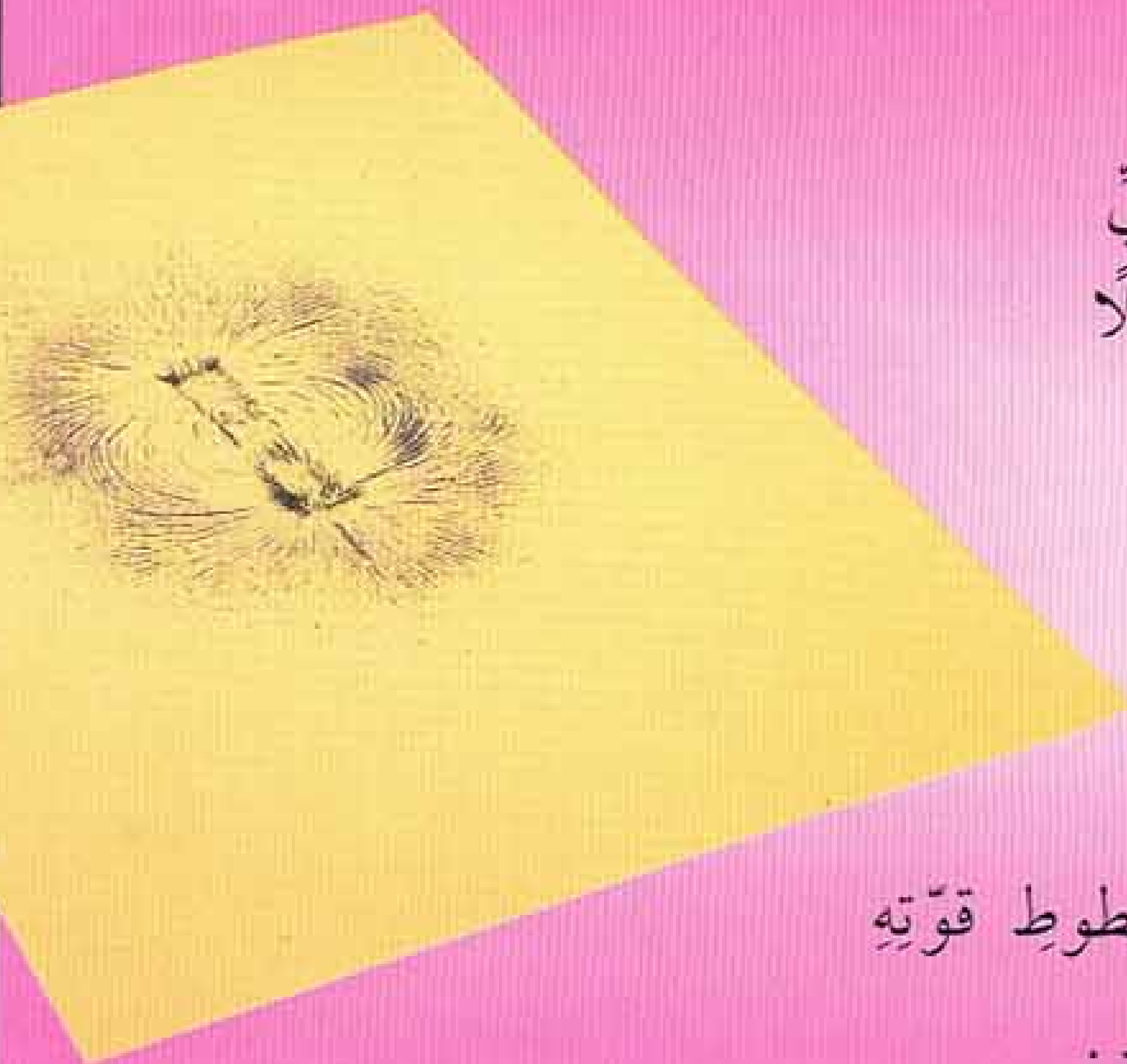
مَجال مِغْنَطيسيّ

جُسَيْمات شَمْسيّة



تَجرِبةُ البُرادة

بإمْكانِكَ أن تَأخُذَ فِكْرةً جيّدةً عن المَجالِ المِغْنَطيسيِّ للكَواكِبِ بتَجرِبةٍ تَستخدِمُ فيها مِغْنَطيسًا قَضيبيًّا وقليلًا من بُرادةِ الحديدِ. ضَعِ المِغْنَطيسَ تحت وَرَقةٍ ورُشَّ فوقها بُرادةَ الحديدِ. أُنقُرِ الوَرَقةَ نَقْرًا خفيفًا لنَشْرِ البُرادةِ، فتَرى أنّها ستَتّخِذُ شَكْلًا كالشَّكْلِ الذي تَراهُ في الصّورةِ إلى اليسارِ، يَتوافَقُ مع خُطوطِ القوّةِ المِغْنَطيسيّةِ التي يَتشكَّلُ منها المَجالُ المِغْنَطيسيُّ. المَجالُ المِغْنَطيسيُّ للأَرْضِ، بخُطوطِ قوّتِهِ الخاصّةِ، مُشابِهٌ للمَجالِ الذي يُولِّدُهُ مِغْنَطيسٌ قَضيبيٌّ بسيطٌ.



طَقْسُ الكَواكِب

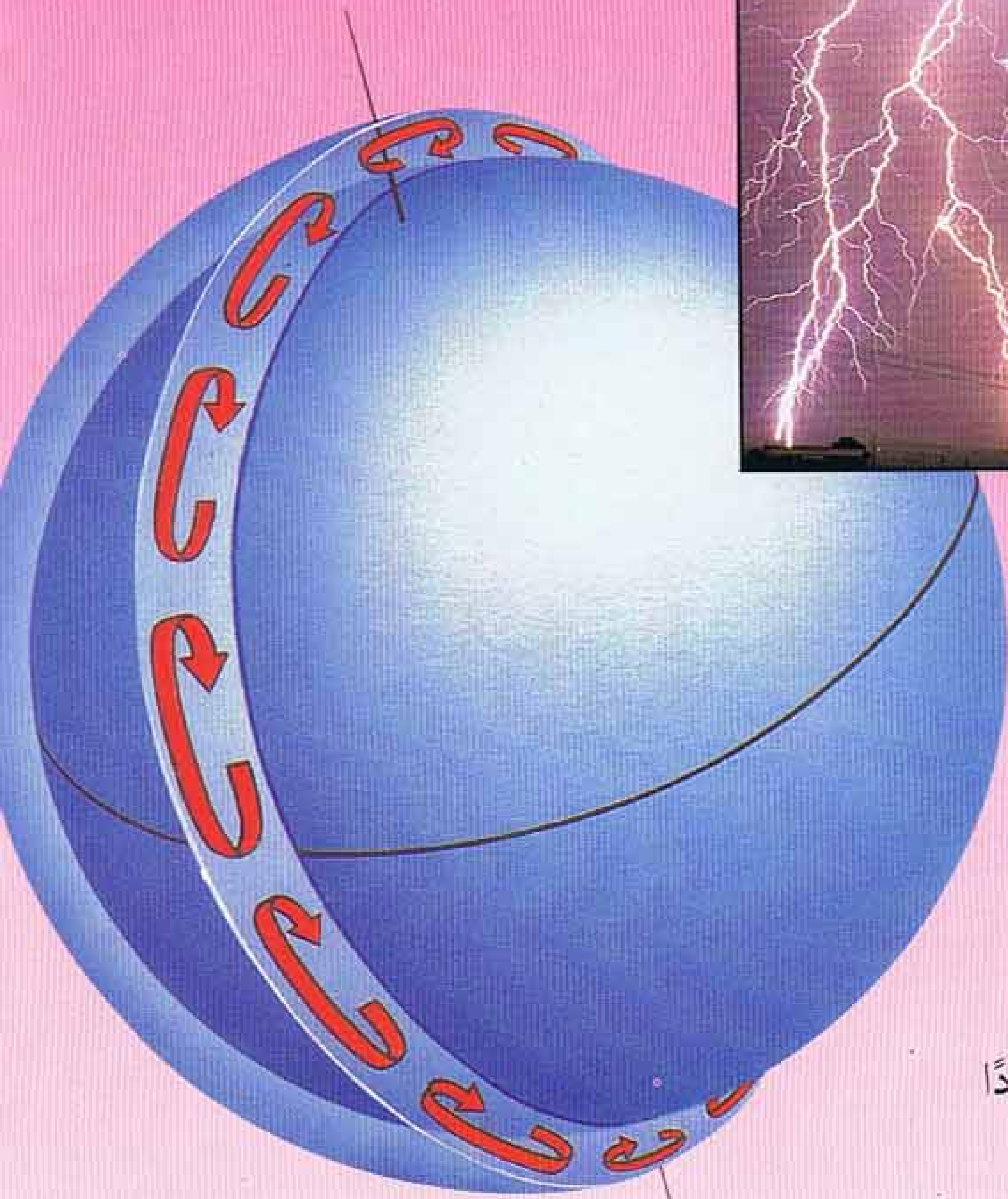
لكلِّ العَوالِمِ التي يُحيطُ بها جَوٌّ كافٍ طَقْسٌ. نَعيشُ على الأَرْضِ فنَعرِفُ عن طَقْسِها أكثرَ ممّا نَعرِفُ عن طَقْسِ أيِّ كَوْكَبٍ آخرَ أو تابعٍ. ما عليك إلّا أن تَنظُرَ حولكَ لترَى ظَواهِرَ الطَّقْسِ أو تَشعُرَ بها. على أنّ أنماطَ الطَّقْسِ عندنا، مهما بَلَغَ عُنْفُها وشدّةُ تَدميرِها، هَزيلةٌ مُقارَنةً ببعضِ العَواصِفِ التي تَجيشُ في النِّظامِ الشَّمسيِّ.



كثيرًا ما تَثورُ في المِرّيخ عَواصِفُ هائلة يَرتفِعُ غبارُها في الجَوّ حاجِبًا سَطْحَ الكَوْكَب كلّه (السهم أعلاه).



لا تَقتصِرُ ظاهرةُ البَرْق على الأَرْض وحدها (إلى اليسار). في كَوْكَبِ المُشْتَري، على سبيل المثال، صَواعِقُ بَرْق فائقةُ القوّة كثيرًا ما تُوْمِض في جوِّ الكَوْكَب.



اِنْتِشارُ الحرارة

يَنشَأُ الطَّقْسُ، سواءٌ على الأَرْضِ أو على الكَواكِبِ الأُخرى عن إعادةِ تَوزُّعِ الطّاقةِ. في حالِ الأَرْضِ، تَشتمِلُ إعادةُ تَوزُّعِ الطّاقةِ على انْتِشارِ الحرارةِ مُبتعِدةً عن خَطِّ الاِسْتِواءِ. ويَتِمُّ ذلك بصورةٍ عامّةٍ بفِعْلِ ثلاثةِ تيّاراتٍ هوائيّةٍ في كلٍّ من نِصْفَي الكُرةِ الأَرْضِيّةِ (إلى اليسار). هذه التّيّاراتُ تَنقُلُ الهواءَ السّاخِنَ صُعودًا وإلى خارجِ المَناطِقِ الدّافئةِ وتَستبدِلُ به هواءً أبردَ.



بَرْد قارِس

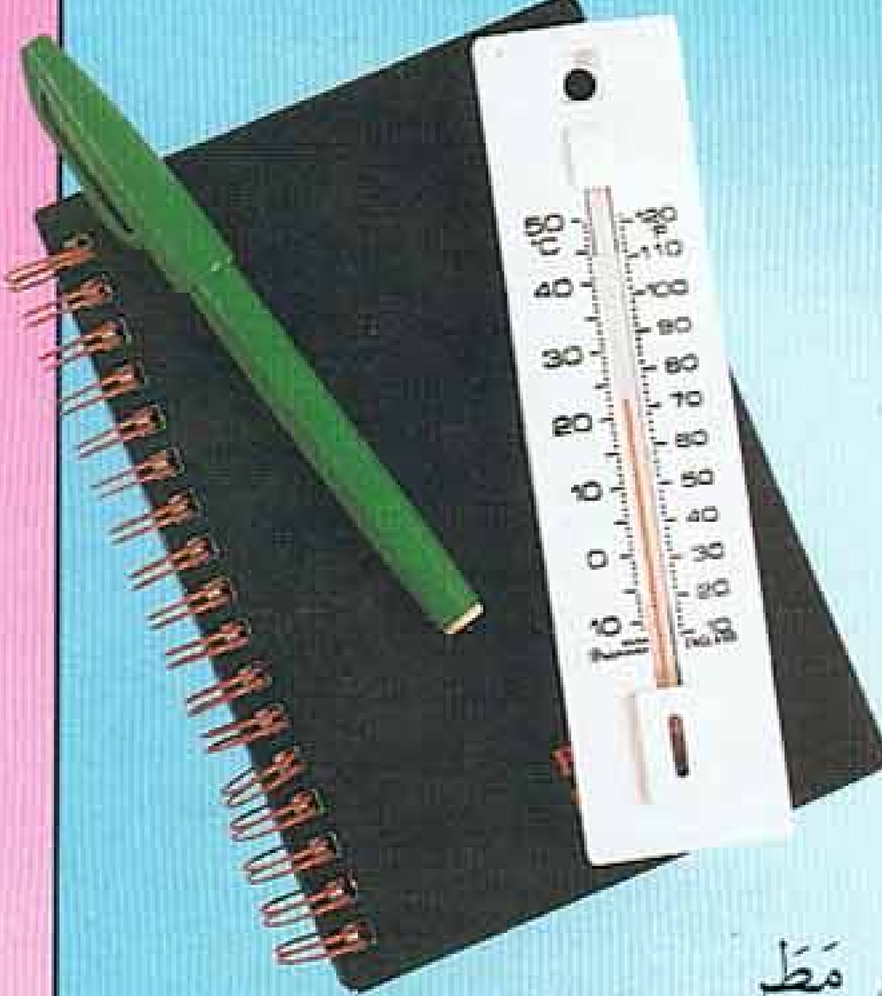
قد تَشتَدُّ البُرودةُ على الأَرْضِ - أَدْنى دَرَجةِ حرارةٍ مُسجَّلةٍ بَلَغَتْ نحوَ - ٨٥°س. لكنَّ مثلَ هذه الدَّرجاتِ القُصوى لا تكون إلّا في المِنْطَقَتَينِ القُطْبيَّتينِ. ففي معظمِ المَناطِقِ الأُخرى منَ الأَرْضِ تكونُ دَرَجةُ الحرارةِ طوال الوقتِ فوق نُقطةِ التَّجمُّدِ والمُعدَّلُ العامُّ لدَرَجةِ حرارةِ الأَرْضِ لطيفٌ يبلُغُ ١٥°س. أبردُ مكانٍ في النِّظامِ الشَّمْسيِّ هو تابعُ كَوْكَبِ نبتون المُسمّى تْرايْتون حيث تَهبِطُ دَرَجةُ الحرارةِ إلى -٢٣٥°س!



يُمكِنُ أن تَتسبَّبَ العَواصِف في المَناطِق المَداريّة بضَرَر فادِح (إلى اليسار). أسرعُ رياحِ الأَرْض تَصِلُ إلى سُرعة ٤٥٠ كم/سا. أمّا أسرعُ الرّياح في النِّظام الشَّمْسيّ فهي الرّياح التي تَهُبُّ في كوكب نبتون والتي قد تَصِلُ إلى سُرعة ٢٠٠٠ كم/سا.



رَصْدُ الطَّقس



يَصعُبُ كثيرًا على المَرْءِ رَصْدُ الطَّقْسِ في الكَواكِبِ الأُخرى، مع أنّه يُمكِنُ رؤيةُ العاصِفةِ على كَوْكَبِ المُشْتَري والتي تُدعى البُقعةَ الحمراءَ الكبيرة. على أنّه بإمْكانِنا أن نَرصُدَ أحوالَ الطَّقْسِ على الأَرْضِ بمُعدّاتٍ قليلةٍ بسيطةٍ. يُمكِنُ تسجيلُ دَرَجةِ الحرارةِ بميزانِ حرارةٍ فنَقيسُها في أوقاتٍ مُعيَّنةٍ من كلِّ يومٍ ونُثبِتُ نتيجةَ القياسِ في رَسْمٍ بَيانيٍّ يُري تَغيُّرَ الحرارةِ على مَدارِ العامِ. ويُمكِنُ أيضًا صُنْعُ مِقياسِ مَطَرٍ بقَصِّ أعلى قِنّينةٍ پلاستيكيّةٍ وقَلْبِهِ رأسًا على عَقِبٍ فوق القِنّينةِ المَقصوصةِ. أَلصِقْ على جانبِ القِنّينةِ مِقياسًا مُدرَّجًا وضَعْ جهازَكَ في الخارجِ وانْظُرْ كمّيّةَ المَطَرِ التي تَسقُطُ كلَّ يومٍ واحْتَفِظْ بسِجِلٍّ للنَّتائج.



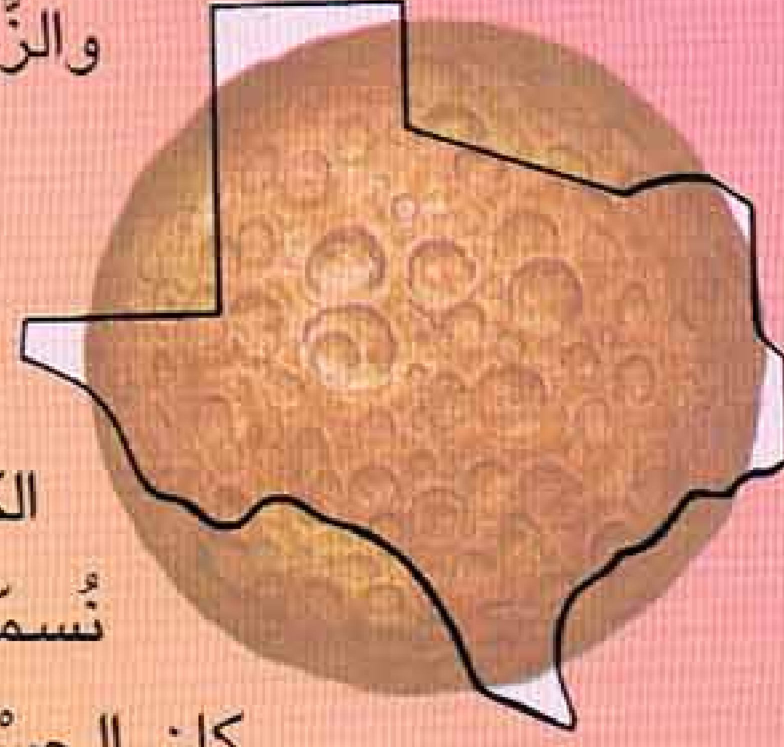
تعريفات

بُركان
فُتحةٌ في قِشْرةِ الأرضِ تَنبثِقُ منها الصُّخورُ المُنصهِرةُ والمَوادُّ الكيماويّةُ. أكبرُ بُركانٍ في المَنظومةِ الشَّمسيّةِ نَجِدُهُ في المرّيخِ ويُسمّى جبلَ الأولمپ.

بوصَلة
نَبيطةٌ أو أداةٌ لتَحرّي المجالِ المِغْنَطيسيِّ للكوكَبِ باسْتِخدامِ إبرةٍ مُمَغْنَطةٍ.

تِلِسكوب
نَبيطةٌ أو أداةٌ تُكبِّرُ الأجسامَ البعيدةَ التي ننظُرُ إليها. يَستخدِمُ الفَلَكيّونَ التِّلِسكوباتِ لرَصْدِ النُّجومِ والكَواكِبِ. التِّلِسكوباتُ تَجمَعُ الأضواءَ المَرئيّةَ أو تَتلقّى الإشعاعاتِ غيرَ المَرئيّةِ، بما فيها المَوجاتُ الرّاديويّةُ والأشعّةُ تحت الحمراءِ.

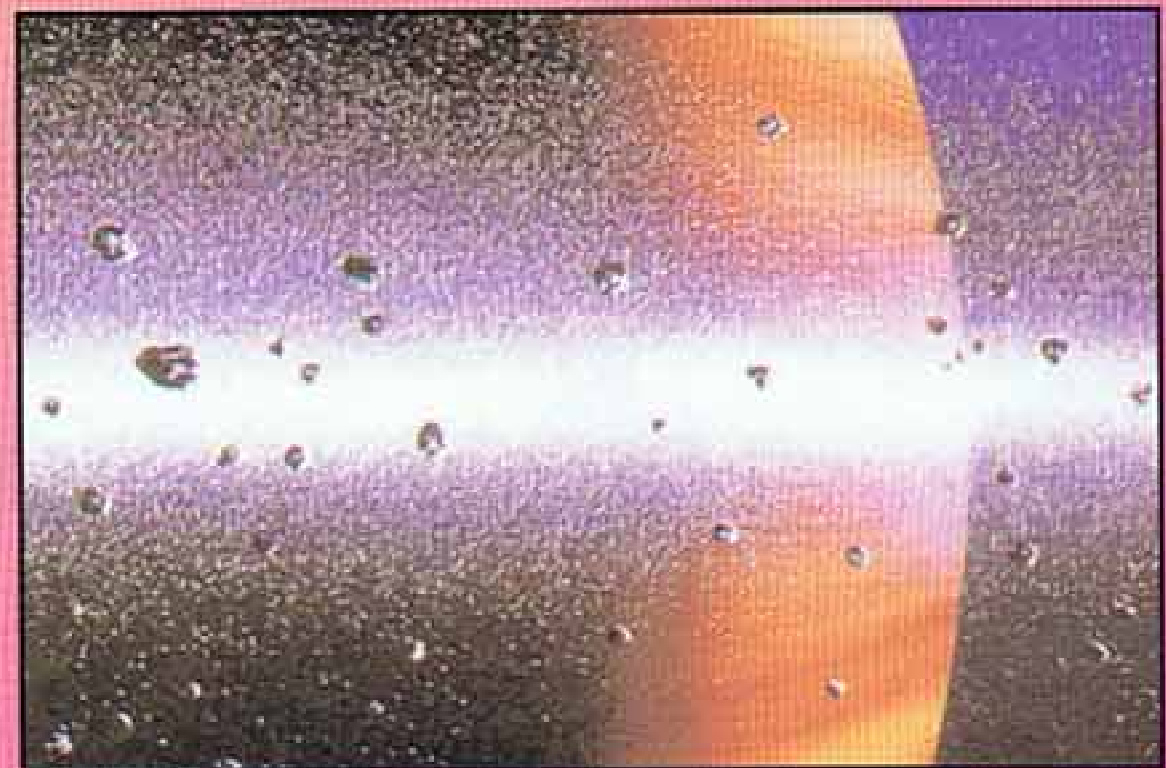
تَوابِع
أجسامٌ صغيرةٌ نِسْبيًّا تَدورُ حول كَواكِبَ رئيسيّةٍ. للأرضِ تابِعٌ واحدٌ هو القَمَرُ، بينما للمُشْتَري ١٦ تابِعًا على الأقلِّ، وليس لعُطارِد والزُّهرة تَوابِعُ.



الجاذِبيّة
لكلِّ جِسْمٍ في الكونِ قوّةٌ جاذِبةٌ. نُسمّيها بالجاذبيّةِ. كلَّما كان الجِسْمُ أكبرَ وأكثَرَ كثافةً عَظُمَتْ قوّةُ جاذبيّتِهِ. إنّ جِسْمًا ضَخْمًا وشديدَ الكثافةِ كالشَّمْسِ، يكونُ له قوّةُ جاذبيّةٍ أشدُّ من قوّةِ جاذبيّةِ جسمٍ أصغرَ حَجْمًا وأقلَّ كثافةً كالأرضِ.

جَوّ
طَبَقةُ الغازاتِ المُحيطةِ بِكَوكَبٍ. يُزوِّدُنا جَوُّ الأرضِ بالغازاتِ التي تُبقينا على قَيْدِ الحياةِ.

حَلَقات
يُحيطُ بالكَواكِبِ الغازيّةِ الكبيرةِ حَلَقاتٌ. هذه الحَلَقاتُ ليست صلْدةً، بل هي تتألّفُ من ملايينِ الجُسَيماتِ.



خَطُّ الإسْتِواء
خَطٌّ وَهْميٌّ حول أَوسَعِ جُزْءٍ منَ الكوكَبِ وهو الجُزْءُ الذي يَقَعُ على مسافةٍ واحدةٍ من قُطْبَيهِ.

زِلزال
يَتشكَّلُ سطحُ الأرض، أو قِشْرتُها، من صفائحَ. عندما تَحتكُّ صَفيحتانِ إحداهُما بالأُخرى يَنتِجُ عن ذلك اضْطِرابٌ عنيفٌ في قِشْرةِ الأرضِ نُسمّيه زِلزالًا.

ساتِل أو تابِع
هو جِسْمٌ يَدورُ حول جِسْمٍ آخرَ أكبرَ منه. قد تكونُ السَّواتلُ طبيعيّةً مثلُ التَّوابِعِ والتي منها قَمَرُنا، وقد تكونُ اصْطِناعيّةً مثلُ السَّواتِلِ التي تُطلَقُ لرَصْدِ الطَّقْسِ.



سَحابة أورْت
سَحابةٌ من ١٠٠ بليونِ مُذنَّبٍ افْترَضَ الهولنديُّ أورْت وجودَها في حافّةِ النِّظامِ الشَّمسيِّ، ومنها تُسحَبُ المُذنَّباتُ إلى مَداراتٍ حول الشَّمْسِ بجاذبيّةِ النُّجومِ القَريبةِ.

شَفَق قُطْبِيّ
هو أضواءٌ بألوانٍ مُتعدِّدةٍ تَظهَرُ في سماءِ القُطْبَينِ الشَّماليِّ والجنوبيِّ. ويَحدُثُ الشَّفَقُ القُطْبيُّ إذ تَصِلُ جُسَيْماتُ الرِّياحِ الشَّمسيّةِ إلى كَوكَبِ الأرضِ فيوجِّهُها المجالُ المِغْنَطيسيُّ للأرضِ إلى جَوِّ القُطْبَينِ. وعندما تَدخُلُ هذه الجُسَيماتُ الجَوَّ تَتفاعَلُ مع الهواءِ مولِّدةً أضواءً مُلوَّنةً.

شُهُب، نيازِك
أجسامٌ تَصطدِمُ بجَوِّ الأرضِ فتَحترِقُ مُخلِّفةً خطوطًا ناريّةً تَختَفي في ثوانٍ. أمّا الأجسامُ التي تُصيبُ سطحَ الأرضِ فنُسمّيها رُجُمًا أو حجارةً نَيْزَكيّةً.

القُطْب
نُقطةٌ على سطحِ كَوكَبٍ يُدوِّمُ حولها الكَوكَبُ أو يَدورُ.

كَواكِب
أجرامٌ أو أجسامٌ كبيرةٌ تَدورُ حول نَجْمٍ. وقد تكونُ هذه كَواكِبَ صخريّةً مثلَ الأرضِ وعُطارِد والزُّهْرة، أو كَواكِبَ غازيّةً عِمْلاقةً مثلَ المُشْتَري وأورانوس وزُحَل.



كَوكَب مُزدوِج
كَوكَبانِ صغيرانِ يَدورانِ أحدُهُما حول الآخَرِ، بَدَلَ أن يكونَ للكَوكَبِ تابعٌ صغيرٌ يدورُ حوله.

كُوَيْكِبات
أجسامٌ صخريّةٌ صغيرةٌ، يتَجمَّعُ الجانبُ الأكبرُ منها في مدارٍ حول الشَّمس في مِنطَقةٍ نُسمّيها حِزامَ الكُوَيْكِباتِ وتَقَعُ بين المِرّيخِ والمُشْتَري.

مدار
المَسارُ الذي يَتّخِذُهُ جِسْمٌ - كَوكَبٌ أو مُذَنَّبٌ مثلًا - حول جِسمٍ آخَرَ - نَجْمٍ مثلًا.

مُذنَّبات
كُتَلٌ منَ الجَليدِ والغُبارِ تَدورُ حول الشَّمسِ. إذ يَقترِبُ المُذنَّبُ منَ الشَّمْسِ، تَتسبَّبُ الإشعاعاتُ الشَّمسيّةُ بتَبخُّرِ الجليدِ والغُبارِ، ويَتَشكَّلُ من ذلك ذَنَبٌ طويلٌ يَنسحِبُ وراءَ المُذنَّبِ.

النِّظام الشَّمسيّ
مَجموعةُ الكَواكِبِ الرَّئيسيّةِ، بما فيها الأرضُ، والكَواكِبِ الصَّغيرةِ التي تَدورُ حول الشَّمسِ.

يوم
الفَترةُ الزَّمنيّةُ التي يَستغرِقُها كوكَبٌ للتَّدويم، أو للدَّورانِ حول نَفْسِهِ، مرّةً واحدةً. يومُ الأرْضِ ٢٣,٩٣ ساعةً، بينما يومُ زُحَل يَكتمِلُ في ١٠,٢٣ ساعةً فقط.



مَسْرَد (كَشّاف)



موسوعة الفضاء



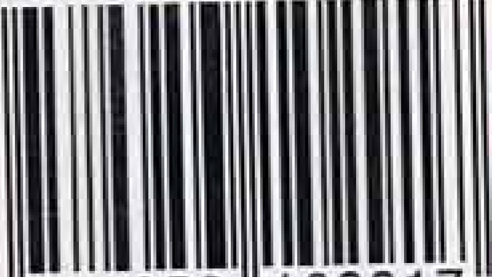
سِلْسِلة **موسوعة الفضاء** باخْتِباراتها العَمَليّة وتَعليماتها
التي تَتدرَّجُ خُطوةً خُطوةً، تَجولُ بالقارئ
عبر مُدهِشاتِ الكَوْن وعَجائبه.

نظامُنا الشَّمْسيّ

يَتتبَّعُ معنا العائلة الفَضائيّة الصَّغيرة التي تَدورُ حول الشَّمس.
ويُعرِّفُنا، من خلال الصّوَر المُدهِشة والرُّسوم البديعة، إلى الكواكب
الغازيّة العِمْلاقة والكواكب الصَّخريّة والكُوَيْكِبات.
ويَدرُسُ معنا أيضًا كيف تَشكَّلَت وكيف ستَجِدُها
لو قُدِّرَ لك يومًا أن تَزورَها.

في هذهِ السِّلسِلة
إسْتِكشاف الفضاء
الفَلك في حياتِنا اليوميّة
النُّجوم وَالمجرّات
نظامُنا الشّمْسيّ

ISBN 9953-1-0291-0



9 789953 102917
LOOK INTO SPACE
OUR SOLAR SYSTEM
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

مَكتبة لبنان ناشِرون